



EESTI MAAÜLIKOOL  
Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

**Gete Meekler**

**VINNUTATUD VEISELIHASNÄKKIDE TEHNOLOOGIA  
VÄLJATÖÖTAMINE**

*THE DEVELOPMENT OF BEEF JERKY TECHNOLOGY*

Magistritöö  
Liha- ja piimatehnoloogia õppekava

Juhendaja: Kristi Kerner, *MSc*

Tartu 2018

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Magistritöö lõputöö lühikokkuvõte	
Autor: Gete Meekler		Õppekava: Lihatehnoloogia	
Pealkiri: Vinnutatud veiselihasnäkkide tehnoloogia väljatöötamine			
Lehekülgi: 88	Jooniseid: 40	Tabeleid: 8	Lisasid: 1
Osakond: Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Toiduainete ja jookide tehnoloogia T430 Juhendaja(d): Kristi Kerner, <i>MSc</i> Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2018			
<p>Käesoleva magistritöö eesmärkideks oli uurida vinnutatud liha ja selle ajaloo kohta, tutvuda erinevate vinnutatud lihasnäkkide tehnoloogiatega, töötada välja vinnutatud veiselihasnäki tehnoloogia kasutades Eesti Maaülikooli Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia lihalaboris olevaid seadmeid, uurida valmistatud vinnutatud lihasnäkkide füüsikalis-keemilisi näitajaid, uurida vinnutatud lihasnäkkide ohutuse ja mikrobioloogia kohta ning viia läbi sensoorne hindamine. Töös määrati vinnutatud lihasnäkkide niiskusesisaldus, valgu- ja tuhasisaldus ning mõõdeti vee aktiivsust ja lõiketugevust.</p> <p>Katsetest selgus, et kuivaine- ja niiskusesisalduselt saadi poetoodelele kõige sarnasemad tulemused kasutades Alto-Shaam ahju, kuid antud magistritöö raames läbiviidud katsete käigus saadud veiselihasnäkid jäid siiski liiga kuivaks. Valgusisaldus saadi keskmisi tulemusi arvestades kõikide seadmetega kõrgem, kui poetoodel. Vee aktiivsus (<math>a_w</math>) oli töö raames läbi viidud katsetel madalam (keskmine tulemus kõikide seadmete osas 0,73) kui poetoodel, mille vee aktiivsuse keskmiseks tulemuseks saadi 0,83. Saadud tulemusi võrreldi kirjanduse andmetega ning tulemused jäid samasse vahemikku. Tuhsaisalduselt saadi võrreldes poe- toodetega sarnased tulemused (eriti kuivati-dehüdraatoriga), kuid tulemused jäid siiski kõrgemaks. Lõiketugevuse tulemused sarnanesid poetoodelele (välja arvatud Alto-Shaam ahjus), kuid sensorsest hindamisest selgus, et magistritöö raames läbiviidud katsed olid hindajate jaoks liiga vintsked ja kuivad. Sensorse analüüsis osalenud inimesed, keda oli kokku 27 inimest, valisid parima maitsega tooteks 10.04.2018 kliimakapis Memmert ICH 110 valmistatud II katsepartii.</p> <p>Valitud seadmetega on võimalik valmistada vinnutatud veiselihasnäkki, kuid katsetada tuleks veel erinevaid temperatuure ja aegu. Lisaks tuleks edasistes katsetes proovida erineva paksusega lihaviile, et leida tarbija jaoks sobivaim näritavus; uurida lisaks töös kasutatud seadmetele ka teiste seadmete kasutusvõimalusi, uurida täiendavalt mikrobioloogiat ning leida moodus, kuidas madalatel temperatuuridel saada tarbijaile ohutu toode ning katsetada</p>			

lisaks ka uuenduslike marinaade, mida turul veel ei ole. Selle tarbeks võiks läbi viia tarbijaküsitluse saamaks teada, milliseid omadusi ning maitseid tarbijad vinnutatud liha puhul kõige rohkem eelistaksid ja hindaksid.

Märksõnad: veiseliha, vinnutamine, snäkk, tehnoloogia, sensorika

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Master's Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006			
Author: Gete Meekler		Curriculum: Meat Technology	
Title: The development of beef jerky technology			
Pages: 88	Figures: 40	Tables: 8	Appendixes: 1
Department: Chair of Food Science and Technology			
Field of research and (CERC S) code: Food and beverage technology T430			
Supervisors: Kristi Kerner, <i>MSc</i>			
Place and date: Tartu, 2018			
<p>Since this subject has not been knowingly studied before it is a good way to start with it since the product has become more and more popular. The aim of this master thesis was to study about <i>jerky</i> and its history, to study about different beef <i>jerky</i> technologies and to work out a technology by using the machines of Estonian University of Life Sciences Chair of Food Science and Technology, to learn about different physico-chemical compositions, to study about food safety and microbiology of beef <i>jerky</i> and also to carry out sensory evaluation.</p> <p>In experimental part of the thesis, beef inside round was used to make a <i>jerky</i>. Protein- and ash content, dry matter, water activity (<math>a_w</math>) and shear-force was measured from ready to eat (RTE) <i>jerky</i>. A sensory evaluation with 27 attendants was carried out. Results showed that the most similar outcome with dry matter was with using Alto-Shaam oven, compared to jerkys sold in retail, but the initial batches were too dry. Protein content was higher (compering average results with all the initial batches) than store bought <i>jerky</i>'s. Water activity was lower in initial batches (average result 0,73) than in store ones, which had the average water activity of 0,83. In addition, results were compared with results of literature and water activity was in the same range. Ash content, compared with <i>jerky</i>'s sold in retail, was quite similar (especially using dehydrator), but overall were a bit too high. Shear-force results were very similar to the results pointed in literature (except using Alto-Shaam oven), but in sensory evaluation, people thought that they were too dry and not enjoyable to eat. People who attended in sensory evaluation thought that the best batch was 10.04.2018 in Memmert ICH climate chamber (II batch). It has cleared that it is possible to make <i>jerky</i> with used equipment, but it needs more research to try different temperatures and times to</p>			

make the perfect *jerky* for consumers. In addition, *jerky* should be made with different thicknesses.

Further research should be conducted to find out more and better equipment to make *jerky* with, to study more about microbiology of *jerky* and find a way to produce safe *jerky* for consumers using low temperatures for a long period of time. Besides, there should be made a survey to find out what kind of taste people would prefer to have and develop a new marinade that has not yet been made.

Keywords: beef, jerky, snack, technology, sensory analysis

# SISUKORD

1.	KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....	10
1.1	Liha keemiline koostis.....	10
1.1.1	Valgud.....	10
1.1.2	Rasvad.....	11
1.1.3	Tuhasisaldus .....	12
1.2	Liha füüsikalis-keemilised omadused .....	12
1.2.1	Niiskusesisaldus .....	12
1.2.2	Vee aktiivsus $a_w$ .....	13
1.2.3	Lõiketugevus .....	14
1.3	Veiseliha ja selle sensoorsed näitajad.....	15
1.3.1	Sensoorsed näitajad .....	16
1.4	Kuivatamine .....	17
1.5	Vinnutatud liha.....	18
1.5.1	Vinnutatud liha ajalugu.....	19
1.5.2	Vinnutatud veiselihasnäkkide erinevad valmistamismeetodid .....	20
1.6	Vinnutatud liha ohutus.....	25
1.7	Eesti turul müüdavad vinnutatud veiselihasnähid .....	29
1.8	Sensoorne hindamine.....	35
2.	MATERJAL JA METOODIKA .....	37
2.1	Vinnutatud lihasnäki tehnoloogia.....	38
2.2	Vinnutatud lihasnäki valmistamisel kasutatud seadmed .....	40
2.3	Vinnutatud veiselihasnäki füüsikalis-keemiliste näitajate määramine.....	42
2.3.1	Niiskusesisaldus .....	43
2.3.2	Valgusisaldus .....	43
2.3.3	Tuhasisaldus .....	44
2.3.4	Vee aktiivsus ( $a_w$ ) .....	44
2.3.5	Lõiketugevus .....	45
2.3.6	Niiskuse ja valgu suhe .....	47
2.4	Sensoorne analüüs .....	47
2.5	Andmete statistiline analüüs .....	48
3.	TULEMUSED JA ARUTELU .....	49
3.1	Niiskusesisalduse tulemused.....	51
3.2	Valgusisalduse tulemused.....	52
3.3	Tuhasisalduse tulemused .....	55
3.4	Vee aktiivsuse ( $a_w$ ) tulemused .....	56

3.5	Lõiketugevuse tulemused .....	59
3.6	Niiskuse ja valgu suhe .....	65
3.7	Mikrobioloogia analüüsi tulemused .....	65
3.8	Sensoorse analüüsi tulemused.....	67
3.8.1	Hinnang vinnutatud veiselihasnäki lõhnale .....	68
3.8.2	Hinnang vinnutatud veiselihasnäki värvusele.....	69
3.8.3	Hinnang vinnutatud veiselihasnäki maitsele.....	70
3.8.4	Hinnang vinnutatud veiselihasnäki konsistentsile.....	71
3.8.5	Hinnang vinnutatud veiselihasnäki veiseliha maitse tugevusele.....	72
JÄRELDUSED .....		73
KOKKUVÕTE .....		76
KASUTATUD KIRJANDUS .....		78
SUMMARY .....		84
LISAD .....		86
Lisa 1. Vinnutatud liha sensoorse hindamise leht.....		87

## SISSEJUHATUS

Lihal on tänapäeva inimeste toitumises väga oluline roll. Liha on üks parimaid proteiiniallikaid, lisaks sisaldab liha rikkalikult B-vitamiine: B1-vitamiini ehk tiamiini, B2-vitamiini ehk riboflaviini ja B3-vitamiini ehk niatsiini. Samuti rasvu, karbohüdraate, mineraalaineid, pigmente, ensüüme ja ka vett.

Tänapäeva kiire elutempo juures otsitakse sageli toite/snäkke, mida on hea kaasa haarata. Tihti ei ole inimestel aega süüa ning otsitakse endale sobivat vahepala. Kuna inimesed on muutunud toitumisasaselt teadlikumaks, otsitakse üha enam tervislikke alternatiive vahepalade näol. *Jerky* on snäkk, mida on lihtne kaasa haarata, mõtlemata selle säilitamisele, näiteks pikal autoreisil. See on valgurohke ning väherasvane vahepala, mis täidab kõhtu ning on tervislikumaks alternatiiviks kartulikrõpsudele ja erinevatele maiustele. *Jerky* ehk vinnutatud liha on üks vanemaid lihatooteid, mis saadakse soolamise ja kuivatamise teel.

Kuna vinnutatud liha on muutumas üha populaarsemaks, on ka mitmed tööstused antud toote enda sortimenti võtnud. Seda on hakatud ka kodudes valmistama. Küll aga võib vinnutatud liha valmistamisel esineda mitmeid erinevaid mikrobioloogilisi ohte. Vinnutatud liha tuleks alati valmistada võimalikult kvaliteetsest ja kontrollitud lihast, kuna tehnoloogia näeb tavapäraselt ette madalatel temperatuuridel kuivatamist, pika aja jooksul. Madalatel temperatuuridel aga ei pruugi ebakvaliteetse liha või ristsaastumise tõttu paljud patogeened hävineda ning võivad seetõttu jääda lõpptootesse.

Kuna antud teemat pole Eestis varasemalt uuritud, on käesoleva magistritöö eesmärgid:

1. Uurida vinnutatud liha ja selle ajaloo kohta;
2. Tutvuda erinevate vinnutatud lihasnäkkide tehnoloogiatega;
3. Töötada välja vinnutatud veiselihasnäki tehnoloogia kasutades Eesti Maaülikooli Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia lihalaboris olevaid seadmeid;
4. Uurida valmistatud vinnutatud lihasnäkkide füüsikalisi-keemilisi näitajaid;
5. Uurida vinnutatud lihasnäkkide ohutuse ja mikrobioloogia kohta;
6. Viia läbi lihasnäkkide sensoorne hindamine.



Käesoleva töö kirjanduse kokkuvõte annab ülevaate liha keemilistest ning füüsilistest omadustest, veiselihas ning selle sensooretest näitajatest, kuivatamisest ning Eesti turul müüdavatest vinnutatud veiselihasnäkkidest. Kirjeldatakse vinnutatud liha ajalugu, veiselihasnäkkide valmistamismeetodeid, kasutatavaid jaotustükke ning erinevaid seadmeid.

Eksperimentaalse osa raames viidi läbi 3 erineva seadmega katsed valmistamiseks vinnutatud veiselihasnäkk. Marinaadiks valiti kuivmarinaad ning põhiliseks temperatuuriks 60 °C ja ajaks 4 tundi. Antud tehnoloogia sai valitud tuginedes erinevatele teaduslikele artiklitele ning allikatele, kus antud temperatuuri ja aega oli kõige rohkem mainitud. Läbi viidi ka erinevaid analüüse: vee aktiivsuse ( $a_w$ ), lõiketugevuse ja keemilise koostise määramine. Teostati ka sensoorne analüüs.

Lõputöö autor soovib tänada Eesti Maaülikooli veterinarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetooli toetuse ja abi eest ning samuti ka bakalaureuse teise ja kolmanda aasta tundengeid, kes aitasid käesolevas töös läbiviidud katsete sensoorsel hindamisel. Lisaks soovib autor tänada toetuse, heade soovitude, nõuannete ja töösse uskumise eest oma magistritöö juhendajat Kristi Kernerit. Samuti tänab autor retsensenti Raili Saart ning igakülge abi ja nõu eest Marii-Heleen Juksi, tänu kellele oli pidevalt motivatsiooni ja jõudu antud lõputöö valmis kirjutada.

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1 Liha keemiline koostis

Lihatööstustes mõistetakse liha all kõiki kudesid, mis kuuluvad loomorganismi koostisse. Nendeks on lihaskude, sidekude, rasvkude, luukude, närvikude ning veri ja lümfisooned koos jääkvere ja lümfiga. Üheks laialt levinud mõisteks on punane liha, mis on üldjuhul punase värvusega liha: sea-, lamba-, veise-, talle-, vasikaliha. Olgugi, et mõned sea- ja vasika lihased on heledad ning ei vasta punase liha mõistele värvuse poolest. (Poikalainen *et al.* 2017)

Liha koosneb 70-75% ulatuses veest ning 20% valkudest. Lisaks sisaldab liha rasvu ja mineraalaineid. Liha rasvasus ja valkude sisaldus on omavahel seoses – mida rasvasem on liha, seda vähem on temas valke ning vastupidi. Vähesemal määral sisaldab liha süsivesikuid (glükogeen). Tailihas leidub ka mineraalaineid. (Kikas *et al.* 2012)

Liha koostisesse kuuluvad veel lämmastikku sisaldavad ja mittesisaldavad ekstraktiivained, ensüümid (Olsson, Pickova, 2005; Lawrie, Ledward, 2006) ning B-rühma vitamiinid (eriti oluline B<sub>12</sub>-vitamiin, mis on oluline vereloomseks) ning rasvasemas lihas rasvlahustuv A-vitamiin. (Kikas *et al.* 2012) Tabelis 1 on toodud liha keemiline koostis.

**Tabel 1.** Liha keemiline koostis (F.Toldrá 2010)

Koostisosa	Sisaldus, %
Vesi	75 (65-80)
Valgud	18,5 (16-22)
Lipiidid	3 (1-13)
Süsivesikud	1% 0,5-1,5)
Lämmastikku sisaldavad ained	1,7 (1-2)
Mineraaliained, vitamiinid jne	0,85 (0,5-1)

### 1.1.1 Valgud

Valgud (looduslikud kõrgmolekulaarsed ühendid) koosnevad süsinikust, vesinikust, hapnikust ning lämmastikust ning on põhilisteks komponentideks eluks vajalike protsesside juures

koosnedes aminohapetest. Aminohappelisest koostisest sõltub valgu bioloogiline väärtus. Valgud moodustavad lihaskoe kuivainest 60-80% ning nendest sõltuvad lihaskoe põhiomadused ning toiteväärtus. (Soidla *et al.* 2004) Lihaskude ise sisaldab 18-23% valku. (Lonergan 2005; Okrohula 2009)

Võrreldes loomseid saaduseid taimsetega, on näha, et loomsed saadused on oma kaheksa asendamatu aminohappe poolest rikkalikumad kui taimsed allikad. Asendamatud aminohapped on need valkude komponendid, mida inimorganism ei ole suuteline iseseisvalt sünteesima ning peab neid omastama toiduga. (Linkswiler 1982)

### **1.1.2 Rasvad**

Olulisemateks liha maitse, tekstuuri ja mahlakuse kujundajateks on rasvad. (Wenther 2015) Rasvadel on omadus oksüdeeruda hapniku toimel, reageerida liha valkude, süsivesikute, pigmentide ja vitamiinidega põhjustades ebasoovitavaid muutusi liha värvuses, toiteväärtuses, maitstes jne. Selle tulemusena langeb liha kvaliteet. (Love, Pearson 1971)

Lihaskoes olevaid rasvu võib suures osas jaotada kaheks – intra- ja intermuskulaarrasvadeks. Sidekoes paiknevad intermuskulaarrasvad, lihaskoes intramuskulaarrasvad (Love, Pearson 1971). Erinevates lihastes varieerub rasvasisaldus 1,1-7,0% ning optimaalseks väärtuseks loetakse 2,5-3,0%. Marmorsuseks nimetatakse rasvkoe ladestumist lihakiudude vahel. (Põldvere, Tänavots 2012<sup>a</sup>)

Kuumtöötlemisel hakkavad rasvad sulama, lagunema ning oksüdeeruvad. (Love, Pearson 1971) Veiserasva sulamistemperatuur on vahemikus 43-47 °C. Mida suurem on rasvas küllastunud rasvhapete osakaal, seda kõrgem on sulamistemperatuur. (Feiner 2006)

Tabelis 2 on näidatud küllastumata rasvhapete sisaldus erinevates rasvkoe liikides.

**Tabel 2.** Küllastumata rasvhapete sisaldus erinevates rasvkoe liikides, % (Poikalainen *et al.* 2017)

Rasvkoe liik	Küllastumata rasvhapete sisaldus, %		
	Oleiinhape	Linoleenhape	Arahhidoonhape
Veiserasv	43-44	2-5	0,09-0,20
Lambarasv	36-43	3-4	0,3
Searasv	41-51	3-11	2,0
Kanarasv	37-43	18-23	0,3

### 1.1.3 Tuhasisaldus

Mineraalelementideks nimetatakse komponente, mis jäävad alles pärast taimsete ja loomsete kudede põletamist saadakse tuhasisaldus. Peamisi keemilisi elemente (Na, Ca, Mg, K, Cl, P ja S) vajab inimene üle 50 mg päevas. (Tomovic *et al.* 2015)

Tuhasisaldus oleneb tailiha osakaalust rümbas ning see suureneb tailiha osakaalu suurenemisega (Okrouhla 2009). Needham ja Hoffman (2015) said tailiha tuhasisalduseks  $1,3 \pm 0,04\%$ , Zymantiene *et al.* (2008) said tulemuseks  $1,17 \pm 0,01\%$  ning Tänavots *et al.* (2011) said tulemuseks  $1,24 \pm 0,09\%$ .

## 1.2 Liha füüsikalised-keemilised omadused

### 1.2.1 Niiskusesisaldus

Liha koosneb suures osas veest - toore liha niiskusesisaldus jääb vahemikku 64-80% (Põldvere ja Tänavots, 2012<sup>a</sup>) ning lihaskoel on niiskusesisaldus keskmiselt 75% (Lawrie, Ledward 2006). Liha niiskusesisaldust mõjutavad selle säilitamine, küpsetamine ja mehaaniline töötlemine. (Põldvere, Tänavots 2012<sup>b</sup>)

Termilisel töötlusel väheneb tunduvalt liha niiskusesisaldus, kuna veesidumisvõime väheneb. See põhjustab küpsetuskadu, mille tulemusena muutub liha kuivemaks. Seega on

niiskusesisaldusel suur mõju liha mahlakusele, sensoorsele kvaliteedile ning õrnusele. (Aaslyng *et al.* 2003)

### 1.2.2 Vee aktiivsus $a_w$

Erinevateks keemilisteks reaktsioonideks ning mikroobide arenguks on vaja vee olemasolu tootes. Vee kättesaadavust mikroorganismidele, mis on seotud auru suhtelise rõhuga, nimetatakse vee aktiivsuseks ( $a_w$ ). Toote säilivusaeg on seoses mikroorganismidele kättesaadava vee kogusega tootes. (Soidla *et al.* 2004)

Lihtsamalt, vee aktiivsus näitab vaba ning seotud vee omavahelist suhet toidus. Veesisaldust iseloomustab vaba vee osakaal, mille vähenemisel teatud piirini seiskub mikroobide elutegevus ning pidurduvad erinevad keemilised reaktsioonid. Kui vee aktiivsus on 1, näitab see, et kogu aines leiduv vesi on vaba vesi. Kui aga näitaja on 0,9 tähendab see, et 10% veest on seotud. Mikroobide areng on parem, kui vee aktiivsus on suur. (Poikalainen *et al.* 2017)

Kui vesi on seotud suhkrute, soolade või valkudega, on see mikroorganismidele raskemalt kättesaadav, kuna vee aktiivsus on madal. Kui vee aktiivsus langeb, väheneb mikroorganismide kasvamisvõime. Kui vesi on sidumata, siis on see mikroorganismidele kättesaadav ning arenguks omastatav. (Roasto 2015)

Veesisalduse määramiseks toidus on võimalik kasutada spetsiaalselt selleks mõeldud seadet või kasutada füüsikalist meetodit, milleks on vee väljaarvutamine keemisest kõrgemal temperatuuril kuni selle tasakaalu saabumiseni. Kuivainesisaldus on võimalik arvutada proovi lõpp- ja algkaalutise suhtarvuna, kust omakorda tuletatakse veesisaldus. (Poikalainen *et al.* 2017)

Selleks, et vinnutatud liha oleks võimalik säilitada toatemperatuuridel, tuleb viia toote vee aktiivsus ( $a_w$ ) 0,70-0,85-ni (Lim, H. J. *et al.* 2014). Kui on soov säilitada toodet toatemperatuuril, on soovitatavaks vee aktiivsuseks vähemalt 0,85 või alla selle. Vee aktiivsus 0,70 või alla selle hoiab aga ära toote hallitama minemise. (Sant, Hampton, McCurdy 2012).

Tabelis 3 on näha vee aktiivsuse astmed, millede saavutamisel erinevate mikroorganismide elutegevus katkeb.

**Tabel 3.** Mikroorganismide madalaim  $a_w$ , mil nende elutegevust enam ei toimu (Zukál, Incze 2010)

Bakter	Pärm	Hallitus	$a_w$
<i>E.coli</i>			0,99
<i>Str.fecalis</i>			0,98
<i>Vib.metschnikovii</i>			0,97
<i>Pse.fluorescens</i>			0,97
<i>Clo.botulinum</i>			0,97
<i>Campylobacter spp.</i>			0,97
<i>Shighella</i>			0,97
<i>Yersinia enetrocolitica</i>			0,97
<i>Clo. perfringens</i>			0,96
<i>Bac. cereus</i>			0,96
<i>Bac. subtilis</i>			0,95
<i>Sal. newport</i>			0,95
<i>Ent. aerogenes</i>			0,94
<i>Microbacterium</i>			0,94
<i>Vib. parahaemolyticus</i>			0,94
<i>Lac. viridescens</i>	<i>Schizosaccharomyces</i>	<i>Rhisopus</i> <i>Mucor</i>	0,93 0,93
	<i>Rodotorula</i>		0,92
<i>Mic. roseus</i>	<i>Pichia</i>		0,91
<i>Anaer. Staphylococcus</i>			0,91
<i>Lactobacillus</i>	<i>Saccharomyces</i>		0,90
<i>Pediococcus</i>	<i>Hansenula</i>		0,90
	<i>Candida</i>	<i>Asp. Niger</i> <i>Debaryomyces</i>	0,88 0,88
	<i>Torulopsis</i>	<i>Cladosporium</i>	0,87
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Torulaspora</i>	<i>Paecilomyces</i>	0,86
<i>Listeria monocyt.</i>			0,83
		<i>Penicillium</i> <i>Asp. ochraceus</i>	0,80 0,80
<i>Halophilic bacteria</i>			0,75
		<i>Asp. glaucus</i>	0,72
		<i>Chrysosporium</i> <i>fastidum</i>	0,70
<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>		<i>Monascus bisporus</i>	0,60

### 1.2.3 Lõiketugevus

Üheks olulisemaks sensoorseks näitajaks liha puhul on tema õrnus. Liha õrnus on kompleksnäitaja, mis liha söömisel oleneb liha lõike-, rebimis-, muljumistugevusest,

mahlasusest jne. Liha õrnus on seotud otseselt sidekoesisaldusega. Täpsemalt öeldes sidekoe- (kollageen, elastin, retikuliin), müofibrilli- (aktiin, müosiin ja tropomüosiin) ning sarkoplasmaproteiinide (müoglobiin jt) vahekorra- ja arvust. Põhilisemaks liha õrnuse mõõtmiseks kasutatakse löiketugevuse määramist. (Põldvere, Tänavots 2012<sup>b</sup>)

### **1.3 Veiseliha ja selle sensoorsed näitajad**

Veiseliha on tavapäraselt tumepunane. Värvuse intsensiivsus sõltub kudedes sisalduvast müoglobiini hulgast (0,25-0,37% lihaskoe massist). Veiselihale on iseloomulik selgesti nähtav marmorsus - nähtavad rasvkoekihid lihaskoe ristlõikes. Veiseliha maitse ning kvaliteet olenevad looma vanusest ja tema kasvutingimustest, mis võib olla väga erinev. Lisaks eelnevale sõltub veiseliha kvaliteet veel ka looma soost, vanusest ja rasvumisastmest. (Poikalainen *et al.* 2017)

Veiseliha on värvuselt punasem kui sealihaga ning sisaldab võrreldes sealihaga vähem rasva ja ei ole seetõttu nii mahlakas. Küll aga on veiseliha vähene rasvahulk oluline liha kuivatamise juures. (Kikas *et al.* 2012)

Mida vanem on veis, seda tumedam on tema liha – vasikaliha on roosakas, vanema veise liha tumepunane. Rasva puhul kehtib sama põhimõte – vasikarasv on valge või kergelt helekollane ning vanema veise rasv tumekollane. Mida vanem on loom, seda tuimem ja sitkem on tema liha. Kvaliteetsel veiselihal on läbi tailiha näha väikeseid rasvatäppe, mis viitab marmorsusele. See tähendab, et veis on olnud hea toitumusega. (Kikas *et al.* 2012)

Lihatööstustele on väärtuslikumad suurema lihasaagisega tõud, ehk tõud, kelle lihaskoerikkad kehaosad (seljaosa, tagasingid) on hästi arenenud. Siinkohal mängib rolli ka geneetika. Veiste puhul eelistab lihatööstus heas toitumuses lihatõugu loomi, kelle tapasaagis ja rümba lihaskoesisaldus on suurem ja liha kvaliteet parem. Eestis on neist tõugudest esindatud järgmised: hereford, aberdiin-angus, limusiin, simmental, šarolee, šoti mägiveis, akviteeni kele, belgia sinine, piemont, gallovei, dexter, shorthorn ning aubrac. (Poikalainen *et al.* 2017)

Vahetult enne, kui loom tapetakse, toimub lihastes glükogeeni varude kahanemine. See tähendab omakorda seda, et lihal tekib liiga kõrge pH, mis mõjutab otseselt liha kvaliteeti.

Mida kõrgem on liha pH, seda tumedam on liha värvus ning seda vastuvõtlikum on liha ka bakteriaalsele saastumisele ning lihas toimuvad suuremad lõhnamuutused. (Silva *et al.* 1999: 453).

### **1.3.1 Sensoorsed näitajad**

#### Lõhn ja maitse

Liha lõhna ja maitset on keeruline defineerida ning sageli ei ole neid võimalik ka üksteisest eraldada. Seda seetõttu, et lõhn tugevdab maitset ja vastupidi (Calkins, Hodgen 2007). Just seetõttu kasutataksegi sensoorsel hindamisel tihti ka sõna fleiv (ingl. *flavor*), mis tähendabki lõhna koos maitsega (Kallemets, Visk 1999: 9). Lihatootele omast maitset võivad mõjutada väga erinevad faktorid nagu näiteks oksüdatsioon, söötmise, rasvasisaldus ja ka liha pH (Calkins, Hodgen 2007).

Lihast on väga palju erinevaid ühendeid, mis soodustavad liha maitse ja aroomi tekkimist. Mitmed neist muutuvad liha säilitamise ja kuumtöötlemise käigus, mis viibki selleni, et liha lõhna ja maitse moodustumine on üpris keeruline teema (Calkins, Hodgen 2007). Liha maitse oleneb aga järgmistest näitajatest: struktuur, koetis, temperatuur, õrnus, pH jne (Rei 2004).

#### Õrnus ja tuimus

Tarbijaile on kõige olulisemaks faktoriks liha ostmisel selle atraktiivne välimus ja värvus. Teisena hindab tarbija liha puhul õrnust, et tal tekiks soov antud toodet ka uuesti osta (Feiner 2006: 42). Mitmed uuringud on näidanud, et tarbijad on nõus rohkem maksma liha eest, mis on garanteeritud õrnusega. (Calkins, Sullivan 2007)

Õrnus sõltub mitmetest erinevatest näitajatest: lõiketugevusest, muljumistugevusest, rebimistugevusest, mahlasusest ning on otseselt seotud sidekoesisaldusega lihas. Kui liha on tuim, on tema õrnus madal ehk tuimust nimetatakse õrnuse vastandiks. (Rei 2004)

Tööstused ning ka teadlased töötavad selle nimel igapäevaselt, et tagada lihale ühtlane sensoorne kvaliteet. (Luciano *et al.* 2007)

Liha tuimus on põhjustatud tavapäraselt sitkest lihaskiu struktuurist ning selle sidekoest. Oma roll on siin nii looma vanusel kui ka -liigil. (Feiner 2006: 42)



Suurimaks liha õrnuse mõjutajaks on looma vanus, liik, tõug, sugu, toitumus, stressiseisund ning tapaeelne pidamine. Surmakangestus ning laagerdumine on tapajärgsed tegurid, mis samuti mõjutavad liha kvaliteeti. (Nowak 2011)

Kui kasutada liha jahutamisel kiirjahutamist, võib tekkida külmakangestus, mis põhjustab 30%-list tuima liha tekke kasvu. Külmakangestuseks nimetatakse seda, kui liha temperatuur langeb alla 15 °C enne surmakangestuse saabumist. Jahutades või säilitades liha veelgi madalamatel temperatuuridel, võib tulemuseks olla tilkumiskao suurenemine, mis omakorda tähendab veelgi tuimemat liha. (Rei 2004)

### Värvus

Visuaalselt on värvus liha juures olulisemaks kvaliteedinäitajaks. (Razminowicz, Kreuzer, Scheeder 2005) Värvus mõjutab nii liha turuväärtust kui ka tarbijate ostueelistust (Quevedo *et al.* 2013: 1430). Müo- ning hemoglobiin on vere ja lihase pigmendid, mis annavad lihale punase värvuse (James, C 2002). Müoglobiin on lihavärvnik ning hemoglobiin verevärvnik. Punase värvuse intensiivsus oleneb nende kahe kontsentratsioonist (Quevedo *et al.* 2013: 1430).

Liha värvuse mõjutajateks on mitmeid eri faktoreid: tapaeelne pidamine, tõug, uimastamine, veretustamine, toitumus, vanus, jahutamine, laagerdumise aeg ning temperatuur jne (Tamm 2013). Kuna liha peegeldab suure lainepikkusega punast valgust (teiste värvuste lainepikkuse neelab), näeme liha punast värvust. (Rei, 2004)

## **1.4 Kuivatamine**

Kuivatamine on üks toiduainete lihtsamaid ning vanimaid säilitusviise. Kuivatamisel on olnud väga tähtis roll alates sellest ajast, kui inimesed asusid loomi küttima ning ei suutnud kogu saaki korraga ära süüa selle suure koguse tõttu. Ajapikku täiustati kuivatamise meetodikaid. Kasutati näiteks kuivatusruume, millel olid suured uked ja aknad ning õhu liikumine oli reguleeritud akende ja uste avamise ja sulgemisega arvestades väljasolevat temperatuuri ja õhuniiskust. Seda, kui palju vett tootest välja läks, kontrolliti katsudes ning vaadati ka toote värvust, kuju ja veel mitmeid faktoreid. (Zukál, Incze. 2010)

Kuivatamine põhineb veesisalduse vähendamisel. Toidust vee kõrvaldamise tõttu pidurdub mikroobide elutegevus ja aeglustuvad biokeemilised protsessid. Kuivatamisel on olulisemaks faktoriks valida õiged temperatuurid. Jahedas kuivatamisel on vee aurumine aeglane ning toiduaine võib hallitama minna. Liiga suured temperatuurid aga põhjustavad toote küpsemist, mitte kuivatamist. Kuivatamine võib toimuda ka küttekehade soojuses (40–75 °C). (Kikas *et al.* 2012)

Kuivatamine ehk kuivatus on vee osaline või täielik eemaldamine tahkest ja vedelast või gaasilisest keskkonnast. Soojuslik kuivatamine põhineb materjalis leiduva vee aurustamisel, milleks kulutatav soojusenergia manustatakse konvektiivselt, kiirguslikult või konduktiivselt. Soojuskandjateks võib olla nii vesi, aur kui ka õhk. (Poikalainen *et al.* 2017)

Kuivatamise teel väljub tootest vesi, mille tõttu:

- mikroorganismide aktiivsus langeb, kuna vesi, mis lõi neile eluks sobiva keskkonna, kaob ning see tähendab, et kuivatades on võimalik pikendada toote säilivusaega;
- toote mass väheneb;
- tekstuur muutub kõvemaks. (Zukál, Incze. 2010)

## 1.5 Vinnutatud liha

Vinnutatud liha e. *jerky* on koheseks söömiseks mõeldud snäkk (*ready to eat*, RTE), mis on muutumas üha populaarsemaks oma maitse ja toitainetesisalduse poolest. (Yong, H.I. *et al.* 2016)

*Jerky* ehk vinnutatud liha on üks vanemaid lihatooteid, mis saadakse soolamise ja kuivatamise teel (Ojha, K.S. *et al.* 2016; Kim, H-J. *et al.* 2013; Yang, H-S. *et al.* 2009; Faith, N. *et al.* 1998). Vinnutatud liha valmistatakse peaaegu kõikide loomade lihadest, näiteks sea-, linnu- ja loomaliha.

Nii magusate kui soolaste snäkkide tarbimise kasv on viimastel aastatel suurenenud, seda inimeste toitumisharjumuste muutuste tõttu. Vinnutatud lihast teeb populaarse snäki tema suur valgusisaldus. Tavapäraselt sisaldab vinnutatud liha endas 23,4% niiskust, 33,2% valku ning 25,6% lipiide, olenevalt koostisest. (Ojha, K. S. *et al.* 2017)

Lihatootena omab *jerky* kõrget proteiini- ning madalat rasvasisaldust (Juneja, V. K. *et al.* 2016) ja vee aktiivsust (Kim, H-J., *et al.* 2010) ning kerget valmistusviisi (Yoon, Y. *et al.* 2004), seetõttu on *jerky* levinud ka sportlaste seas (Harrison, Harrison 1996).

Tööstustes toodetud vinnutatud liha vee aktiivsus peab jääma vahemiku 0,70-0,85.

### 1.5.1 Vinnutatud liha ajalugu

„*Chárki*“ pärineb Quechuan'i keelest Incadelt ning tähendab otsetõlkes kuivatatud liha. Ajaga kuivatatud snäki nimetus muutus ning tänapäeval tuntakse seda inglise keeles nime all „*jerky*“. *Jerky* valmistamine aitas inimestel nii toitu pikemat aega säilitada, kui ka luua endale ideaalne snäkk/söök, mida pikematel retkedel kaasa võtta tema kerguse ning suure toiteväärtuse tõttu. *Jerky*'t saab valmistada sisuliselt ükskõik millise looma lihast. Arvatakse, et esimesed *jerky*'d (pühvli lihast) valmistasid indiaanlased umbes tuhat aastat tagasi, kuid samas on ka tõendeid, et Incade hõim, keda kutsuti Quechua'deks, valmistas sellist snäkki juba 1500. aastatel. Vinnutatud liha hakatigi valmistama selliselt, et kõigepealt liha maitsestati ja seejärel kuivatati. Aastatega õpiti, et lisaks soolale saab liha kuivatamisel kasutada ka mitmeid erinevaid vürtse ja maitseaineid, mis lisavad lihale meeldivama maitse. ([jerky.com](http://jerky.com))

Kui esimesed eurooplased saabusid Ameerikasse, leiti kohalikud, kes valmistasid kuivatatud liha, mida ei tarbitud koheseks söömiseks. Nad teadsid kohe, et *jerky* on selline snäkk/söök, mis on neile igati kasulik. Indiaanlased kutsusid vinnutatud liha, millele oli lisatud kas kuivatatud puuvilju või mõne looma rasva, „*pemmican*“'iks. Indiaanlased õpetasid eurooplastele, kuidas nad vinnutatud liha valmistavad ning näitasid neile ka mitmeid erinevaid marinaade. Nende teadmistega tulid eurooplased koju tagasi ning vinnutatud liha hakati tarvitama rohkem kui kunagi varem. Sellest oli saanud üks põhilisi snäkke. ([jerky.com](http://jerky.com))

*Jerky* saavutas oma kõige suurema populaarsuse just siis, kui kaupmehed/kauplejad ja maadeavastajad leidsid, et *jerky* on snäkk, millel on väga suur toiteväärtus. Kuna tihti reisiti tingimustes, kus ei olnud võimalik saada kas värsket toitu või seda säilitada, arvasid nad, et *jerky* on reise jaoks ideaalne snäkk. *Jerky* populaarsusele aitas kaasa ka fakt, et loomi oli võimalik küttida erinevates peatuspaikades ning seejärel valmistada jällegi vinnutatud liha, mida edasisteks reise jaoks kaasa võtta. See aga omakorda aitas kaasa *jerky* tehnoloogia

arenemisele, mistõttu seda hakati valmistama nii kalkuni-, hanede- ja teiste loomade lihast, mida varasemalt ei tehtud. (jerky.com)

Kuivatatud liha kutsutakse eri maades erinevalt, „cecina“ Hispaanias, „biltong“ Lõuna - Aafrikas ning „bresaola“ Itaalias. Kuigi vinnutatud liha valmistatakse erinevate loomade lihast, on seni kõige populaarsem siiski loomaliha (70%). (Banout, Kuceroval, Marek 2012)

Arengumaades on kuivatatud liha söömine üha suurenev trend, FAO andmetel tarbiti 1960ndatel 10 kg vinnutatud liha inimese kohta aastas ning see tõusis 2000. aastal 26 kg-ni. 2030. aastaks ennustab FAO tarbimise kasvu kuni 37 kg-ni inimese kohta aastas. (Banout, Kuceroval, Marek 2012).

### **1.5.2 Vinnutatud veiselihasnäkkide erinevad valmistamismeetodid**

Vinnutatud liha valmistamine algab sobiva jaotustüki leidmisega, mis seejärel siiritakse. Traditsiooniliselt valmistatakse vinnutatud liha looma lihast, mis marineeritakse ning seejärel kuivatatakse. Läbi on viidud erinevaid katseid, kus vinnutatud liha valmistamisel kasutatakse ka loomseid kõrvalsaadusi, näiteks veise südant ja keelt. Mõningad uurimused näitavad, et üha rohkem kasutatakse restruktureeritud liha (sidusliha), kuna sellisel moel on tööstustel võimalik kasutada madalama kvaliteediga liha. Koreas kasutatakse üha rohkem vinnutatud liha valmistamisel sea kõhu- ning kaelaosa, kuna need on pehmemad ja maitsvamad kui tagaosa tükid (Choi, J-H. *et al.* 2007).

Erinevates uurimustes kasutati mitmeid jaotustükke nagu näiteks veise *Musculus semitendinosus* (poolkõõluslihas) (Choi, J-H. *et al.* 2007; Ojha, Kerry, Tiwari. 2016), *Musculus semimembranosus* (poolkilelihas) (Yang, H-S. *et al.* 2009; Lim, H.J. *et al.* 2014), tagaosa tükki (*beef top round*) (Scheinberg, Svoboda, Cutter 2013), reie-kakspealihast (*biceps femoris*) (Banout, Kuceroval, Marek 2012) tagaosa sisetükki (*beef inside round*) (Calicioglu, M. *et al.* 2003) ning välisfileed (*Musculus longissimus dorsi*) (Kim, H-J. *et al.* 2010; Konieczny, P. *et al.* 2007).

Lim, H.J. *et al* (2014) uurimuses kasutatud marinaadi retsept: 10% vett, 2% soolalahust (sisaldas endas sojakastet, punase pipra pastat ja sojaõli pastat), 6% suhkrut, 0,2% pipart ja 0,028% naatriumnitraati. Liha marineeriti kahes jaos 24 h ja 48 h.

Choi, J-H. *et al.* (2007) uurimuses kasutatud marinaadi retsept: 9% vett, 8% sojakastet, 3,5% tärklisesiirupit, 1,8% suhkrut, 5,8% D-sorbitooli, 0,18% pipart, 0,09% ingveri pulbrit, 0,18% küüslaugu pulbrit, 0,18% sibula pulbrit, 0,005% naatriumnitraati, 0,007% naatriumtsitraati, 0,09% kaaliumsorbaati, 0,03% naatriumerütrobaati, 0,09% puljongipulbrit, 0,05% konjakit. Lisaks ka 0,6% soola ning 0,1% fosfaate.

Kim, H-J. *et al* (2013) uurimuses kasutatud marinaad: 10% vett, 10% sojakastet, 7% tärklisesiirupit, 5% suhkrut, 6% D-sorbitooli, 0,1% ingveri pulbrit, 0,2% küüslaugupulbrit, 0,2% sibulapulbrit, 0,1% naatriumsorbaati, 0,3% pipart ja/või selleriekstrakti 0,5% ja 1%.

Sindelar, J.J. *et al* (2010) uurimuses kasutatud marinaad: 3% vett, 2% dekstroosi, 1,8% soola, 0,5% küüslaugu pulbrit, 0,5% musta pipart, 0,5% sibula pulbrit, 0,35% köögiviljamahla pulbrit ning 0,0256% starterkultuuri, mis sisaldas endas *Staphylococcus carnosus*'t.

Yang, H-S. *et al.* (2009) uurimuses kasutatud marinaad: 70% vett, 1,5% soola, 1,0% suhkrut, 0,02% naatriumnitraati, 0,03% naatriumerütrobaati. Marineerimise aeg oli tavapäraselt 12-24 tundi +4 °C juures.

Vinnutatud liha valmistamisel kasutatakse tihti nitriteid. Nitritid kontrollivad bakteriaalset kasvu toodetes, eriti *Clostridium botulinum*'i kasvu. Peale eelpool nimetatut, on leitud juhtumeid, kus vinnutatud lihatoodetes on esinenud ka *Escherichia coli* O:157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* ning eri tüüpi *Salmonella*'t (Yong, H.I. *et al.* 2016). Peale bakteriaalse kasvu kontrollimist, annavad nitritid tootele omase värvuse ning maitse, mis on iseloomulik soolatud lihatoodetele (Sindelar, J.J. *et al.* 2010).

Erinevate uurimuste põhjal on näha, et vinnutatud veiselihasnäkkide valmistamiseks kasutatavad temperatuurid erinevad suuresti. Lim, H.J. *et al.* (2014) kuivatasid liha 70 °C juures 8 tundi, Choi, J-H. *et al.* (2007) kuivatasid liha mitmes eri jaos, kasutades temperatuure 55 °C 180 minutit, 65 °C 180 minutit ning 80 °C 60 minutit. Kim, H-J. *et al* (2013) kasutasid temperatuure 75 °C 150 minutit, 65 °C 90 minutit ja 55 °C 60 minutit. Sindelar, J.J. *et al.* (2010) kuivatasid liha 4 tundi 62,8 °C juures. Konieczny *et al.* (2007) hoidsid liha temperatuuril 55±2 °C juures 7 tundi. Yang, H-S. *et al.* (2009) kuivatasid liha temperatuuril 70 °C 8 tundi.

Järgnevalt on toodud erinevate kirjandus allikate poolt läbiviidud uurimused.

Ojha, K.S., Kerry, J.P., Tiwari, B.K (2017) tehtud uuringus kasutati vinnutatud veiselihasnäki valmistamiseks poolkõõluslihast (*Musculus Semitendinosus*) mis lõigati 0,2 cm paksusteks viiludeks kasutades viilutajat. Hiljem vormiti kõik viilud samasugusteks (pikkus 10 cm ning laius 4 cm). Moodustati kaks erinevat rühma, ühele lisati *L. Sakei* DSM 1583 kultuuri ning teisele mitte. marinaad koosnes järgnevatest komponentidest: 70% vett, *L. Sakei* DSM 15831 kultuur, 1,5% soola, 1,0% suhkrut, 0,05% naatriumnitraati. Seejärel töödeldi liha ultraheliga, kasutades sagedusi 25 kHz, 33 kHz ja 45 kHz 30 minutit ning jäeti marineerima 18 tunniks 4 °C juurde. Liha kuivatamiseks kasutati kodust kuivati-dehüdraatorit (Gallendkamp Plus II, Weiss Technik, UK) ning temperatuuriks määrati 60 °C 4 tundi.

Banout, Kuceroval, ja Marek (2012) kasutasid enda uurimuses vinnutatud veiselihasnäki valmistamiseks päikesepaneelidel põhinevat kuivatit. Toorainena kasutati reie-kakspealihast (*biceps femoris*) ning marinaadis kasutati järgnevaid komponente: 60 ml sojakastet, 15ml Worcestershire'i kastet, 0,6 g musta pipart, 1,25 g küüslaugupulbrit, 1,5 g kuivatatud sibulat, 4,35 g suitsutatud soola. Liha kuivatati 50 °C juures 8 ja 10 tundi.

Calicioglu *et al.* (2003) kasutasid uurimuses tagaosa sisetükki (*inside rounds*), mis osteti külmutatult (-18°C) ning jäeti ööseks 4 °C juurde sulama. Järgneval hommikul viilutati liha 0,6 cm paksusteks viiludeks kasutades viilutajat (model 610, Hobart, Troy, OH) ning lõigati 8,7 x 4,0 cm suurusteks tükkideks. Seejärel liha vaakumpakendati ja sügakülmutati -18°C juures kuni kasutamiseni. Kui liha uuesti sügakülmast välja võeti (1-3 nädala jooksul), lasti sellel uuesti 24 tundi 4 °C juures üles sulada. Seejärel marineeriti liha kasutades: 60 ml sojakastet, 15 ml Worcestershire kastet, 0,6 g musta pipart, 1,25 g küüslaugupulbrit, 1,5 g kuivatatud sibulat ja 4,35 g suitsutatud *Hickory* soola. 34 ml valmistatud marinaadi kallati ühtlaselt 450 g liha peale. Pärast marineerimist lasti lihal külmkapis seista 4 °C juures 24 tundi. Seejärel kuivatati liha 60 °C juures 10 tundi American Harvest Gardenmaster dehüdraatoris (model FD-1000, Nesco, Chaska, MN). Dehüdraator on silindrikujuline, millel on 3 kuivatusresti. Dehüdraatori põhjas on kuuma õhku ringlev ventilaator, mis puhub kuuma õhu läbi aukude ülemiste restideni. Pärast kuivatamist hoiti vinnutatud lihasnäkke üleöö dehüdraatoris ning seejärel liha pakendati ning säilitati temperatuuridel 25±1 °C.

Choi *et al.* (2007) valmistasid vinnutatud veiselihasnäkki aga hoopis teistsugusel meetodil. Selleks kasutati veise poolkõõluslihast (*M.semitendinosus*) ja poolkilelihast (*M.semimembranosus*), mis siiriti ehk eemaldati üleliigne/väheväärtuslik rasvkude ning valmistati hakkliha, kus lisaks veiselihale kasutati ka sealiha. Liha marineeriti kasutades järgmist marinaadi: 9% vett, 8% sojakastet, 3,5% tärklisesiirupit, 1,8% suhkrut, 5,8% D-sorbitooli, 0,18% pipart, 0,09% ingveripulbrit, 0,18% küüslaugupulbrit, 0,18% sibula- pulbrit, 0,005% naatriumnitraati, 0,007% naatriumtsitraati, 0,09% kaaliumsorbaati, 0,03% naatriumerütrobaati, 0,09% puljongipulbrit, 0,3% lihapuljongit, 0,09% teriyaki maitseainet ja 0,05% konjakit. Lisaks ka 0,6% soola ning 0,1% fosfaate. Antud töös sooviti valmistada poolkuiv *jerky* (*semi-dried jerky*). Kui liha oli marineeritud (tumbleris), kasutati *jerky* valmistamisel lambasoolt ( $\varnothing$  - 18 mm), kollageenkesta ( $\varnothing$  - 20 mm) ja tsellulooskesta ( $\varnothing$  - 20 mm). Kõik soolde pritsitud lihad lõigati 15 cm pikkusteks juppideks. Seejärel kuivatati need 60 °C juures 55 minutit kuuma õhuga kuivatis (Enex-CO-600, Enex, Yongin, Korea) ning liha eemaldati kestadest ja kuivatati edasi 55 °C (180 min), 65 °C (180 min) ja 80 °C (60 min).

Faith *et al.* (1998) kasutasid enda uurimuses veiseliha ning lasid selle läbi hakklihamasina, kasutades 3,2 mm läbimõõduga tera. Kui liha oli peenestatud, asetati see sügavkülma -20 °C juurde. Lihale lasti inkubaatoris 4 °C juures 40 tundi sulada. Seejärel lisati lihale 5,33% toidupoest saadavad vürtsisegu (Jack Link's Snackfoods, Minong, WI). Seejärel kaaluti sobivad kogused ning kasutati spetsiaalseid vorme, millega anti sellele *jerky* kuju (150 x 50 x 4 mm). Viilud kuivatati koduses kuivati-dehüdraatoris järgnevalt: 4, 8, 10, 12, 16 või 20 tundi kas 52 °C või 57 °C juures või siis 2, 4, 6, 8, 10 tundi 63 °C juures ja 2, 3, 4, 5, 6, või 10 tundi 68 °C .

Harrison ja Harrison (1996) kasutasid enda uurimuses veiseliha (*beef loin*), mis külmutati -10 °C juures. Seejärel asetati liha 12 tunniks aeglaselt 4 °C juurde sulama. Liha siiriti ning lõigati 15 x 1,5 x 1,5 cm suurused tükid. Üks osa viiludest nakatati patogeenidega ning proovid asetati 4 °C juurde inkubaatorisse. Järgnevalt jagati liha mitmeks erinevaks grupiks. Liha marineeriti kasutades järgnevaid komponente: 60 ml sojakastet, 15 ml Worcestershire kastet, 0,6 g pipart, 1,25 g küüslaugupulbrit, 1,5 g sibulapulbrit ja 4,35 g *Hickory* suitsumaitselist soola. Seejärel asetati jällegi liha inkubaatorisse 4 °C juurde üheks tunniks. Üks osa lihast asetati pannile ning kuumutati 71,7°C-ni. Seejärel lasti lihale 15 minutit jahtuda. Liha kuivatati 60 °C juures kasutades kodust kuivati-dehüdraatorit. Liha võeti välja 1, 2, 3, 6 ja 10 tunnil ning teostati erinevaid analüüse.

Konieczny, Stangierski ja Kijowski (2007) kasutasid *jerky* valmistamiseks *jerky*-püstolit (*jerky* gun). Töös kasutati veise sisetükki ning liha peenestati hakklihamasinaga kasutades tera läbimõõduga 3 mm. Saadud hakkliha segati vürtsiseguga (Jerky Cure & Seasoning), asetati polüetüleenkotti ning hoiti 24 tundi 4 °C juures. Seejärel vormiti *jerky*-püstoliga viilud mõõtudes 25 x 100 x 5 mm. *Jerky* kuivatamiseks kasutati kodust kuivati-dehüdraatorit ning temperatuuriks valiti 55±2 °C. Viilude ülekuivatamise vältimiseks vahetati aeg-ajalt reste tõstes neid vaheldumisi üles ja alla. Kokku kuivatati liha mitte rohkem kui 7 tundi.

Lim *et al.* (2014) kasutasid oma uurimuses veise poolkilelihast (*semimembranosus*), mis siiriti ja viilutati 0,5 cm paksusteks viiludeks viilutajaga (HFS 350G, Hankook Fjeee Industries Co. Ltd, Wwaseong, Korea) ning seejärel lõigatu kuubikuteks 15,0 x 4,0 x 0,5 cm. Liha marineeriti 24 või 48 tundi kasutades järgmisi komponente: 10% vett, 2% soolasegu (sojakaste, paprika pasta ja sojaoa pasta), 6% suhkrut, 0,2% pipart ja 0,028% naatriumnitritit. Järgmisena kuivatati liha kuivatis (DS80-1, Dasol Scientific Co. Ltd, Hwaseong, Korea) temperatuuril 70 °C.

Ojha *et al.* (2017) kasutasid oma töös poolküüluslihast (*semitendinosus*) mis viilutati 10 x 4 x 0,2 cm viiludeks. Liha marineeriti kahes erinevas osas. Üks osa sisaldas bakterikultuure (70% vett, *L. sakei* DSM 15,831, 1,5% soola, 1,0% suhkrut, 0,05% naatriumnitritit ja teine sisaldas samu komponente ilma bakterikultuurita. Seejärel töödeldi liha kasutades erinevaid ultraheli sagedusi nagu 25 kHz, 33 kHz ja 45 kHz 30 minutit temperatuuril 30°C. Siis marineeriti liha 18 tundi 4°C juures. Kuivatamiseks kasutati kuuma õhu kuivatit (Gallendkamp plus II, Weiss Technik, UK) temperatuuriks valiti 60°C ning ajaks 4 tundi.

Scheinberg, Svoboda ja Cutter (2013) kasutasid veise tagaosa tükki (*beef top round*), mis külmutati -20 °C juures kuni liha uuesti kasutamiseni. Seejärel lasti lihal 24 tundi 4 °C juures sulada, misjärel liha siiriti. Liha lõigati viilutajaga 3,2 mm paksusteks viiludeks ning edasi vormiti neis 10,2 cm x 5,0 cm suurused viilud. Seejärel pakendati liha ning lasti sellel täielikult üles sulada 4 °C juures. Liha asetati inokulaadivanni 30 minutiks. Seejärel marineeriti liha 24 tundi 4 °C juures. Marinaad koosnes vürtside segust (Lazy Jims Jerky Spice) ning veest. Marinaad kuumutati 83 °C juurde ning seejärel lasti jahtuda 25 °C-ni ning segati lihaga. Lihad jagati erinevatesse gruppidesse ning asetati korvidesse. Iga erinev grupp lasti erinevaks ajaks korviga keevasse vette. Grupid olid 0, 5, 10, 15, 20 ja 30 sekundit. Aega hakati lugema sellest hetkest, kui vesi uuesti keema hakkas, kuna liha keevasse vette lastes langes hetkeks vee



temperatuur. Pärast seda asetati lihad deüdraatori (Excalibur Dehydrators, Fort Lauderdale, FL) riiulitele ning kuivatati 55 °C juures 4 tundi.

Yang *et al.* (2009) kasutasid enda uurimuses veise poolkilelihast (*semimembranosus*), mis siiriti ning sügavkülmutati -20 °C juures kuni kasutamiseni. Seejärel lasti lihal 4 °C juures sulada ning lõigati 0,5 cm paksused viilud viilutajaga (HFS 350G, Hankook, Fugee Industries Co. Ltd., Korea) ning lõigati kuubikuteks suurusega 10,0 x 4,0 x 0,5 cm<sup>3</sup>. Seejärel marineeriti liha 24 tundi marinaadis, mis koosnes: 70% vett, 1,5% soola, 1,0% suhkrut, 0,02% naatriumnitriti ning 0,03% naatriumerütrobaati. Liha kuivatati kasutades kuivatit (DS80-1, Dasol Scientific Co. Ltd, Korea), kus temperatuur oli 70 °C, niiskustase 40-70% ning ajaks 8 tundi. Eesmärgiks oli saada vee aktiivsuseks <0,85.

Vinnutatud liha tuleks pakendada nii, et pakendis oleks võimalikult vähe õhku. Kui pakendisse jääb õhk, tekitab see vinnutatud lihas ebasoovitavaid maitseid. Vaakumpakendamine on hea võimalus pikaajaliseks säilitamiseks, kuna see vähendab oksüdatsiooni ja elimineerib võimaluse (õige vee aktiivsuse saavutamise korral), et toode ei läheks hallitama. (Sant, Hampton, McCurdy 2012) Kui toode pakendatakse vaakumisse, kus hapnikul puudub täielik juurdepääs, võib vee aktiivsuse piir olla ka 0,91 või alla selle. Need piirid on paika pandud arvestades *Staphylococcus aureus*'e kasvu ilma hapniku juurdepääsuta. Vaakumpakendatud tooted, mille vee aktiivsus jääb vahemiku  $> 0,85$  ja  $\leq 0,91$ , on vaja pärast avamist säilitada külmkapis, kuna juba ühekordse avamise järel on see olnud avatud hapniku juurdepääsule. Selliste toodete pakenditele tuleb ka märkida, et pärast avamist säilitada külmkapis. (FSIS Compliance Guideline)

## **1.6 Vinnutatud liha ohutus**

Kõik toiduained sisaldavad suuremal või vähemal määral mikroorganisme. Ebasoovitavate mikroobide kasv ning areng toiduainetes võib põhjustada majanduslikke probleeme ja otsest ohtu tarbijate tervisele. Toit, mida me sööme, on harva steriilne ning sisaldab mikroobide kooslust. Selleks, et mikroorganismid ei saaks vinnutatud lihas areneda, peaks vee aktiivsus olema 0,85 või alla selle. (Juneja, V. K. *et al.* 2016)

Traditsiooniliselt valmistatakse vinnutatud liha temperatuuridel 60-68 °C, kuid nendel temperatuuridel ei ole erinevate patogeenide hävimine täielikult võimalik. Kuna vinnutatud liha on võimalik valmistada ka hakklihast (liha pressitakse *jerky* kujuliseks vastava püstoliga), siis on ka suur oht ristsaastumisele. Kõige enim leitakse *jerky* toodetest *E. coli* 0157:H7 ja *Salmonella*'t. Patogeenide sattumine vinnutatud lihasse on tavaliselt tingitud kas sellest, et juba algtooraine sisaldab erinevaid patogeene või sellest, et patogeenid jäävad pärast kuumtöötust ellu. (Sant, Hampton, McCurdy 2012)

USDA (*United States Department of Agriculture*) soovib liha enne kuivatamist kuumtöödelda 71 °C-ni. Sellega on võimalik kindlustada, et kõik võimalikud bakterid on hävitatud. Küll aga müüakse erinevaid, näiteks kodus kasutatavaid kuivateid, kus on võimalik ise vinnutatud liha teha, kus temperatuurid nii kõrgele ei küündigi. See tähendab aga seda, et liha tuleks eelnevalt pannil kuumutada sisetemperatuurini 71 °C-ni ja seejärel kuivatada hoides temperatuurivahemikku vähemalt 54-60 °C juures. Lisaks temperatuuri hoidmisele on oluline, et tootest saadakse välja piisaval hulgal vett, et mikroorganismidel ei oleks võimalik tootes areneda. (fsis.usda)

Vinnutatud liha valmistades tuleks alati eelnevalt pesta käsi seebi ja veega. Kasutada tuleb puhtaid lõikelaudu, nuge jne. Liha tuleb hoida külmkapis vähemalt 4 °C juures või alla selle. Enne lihaga töötama hakkamist võib liha ka sügavkülmutada, kuid seda üles sulatades tuleb olla ettevaatlik ning teha seda jällegi külmkapitemperatuuridel, mitte toatemperatuuril. Liha tuleb alati marineerida külmkapis ning samu marinaade ei tohiks korduvkasutada. Marinaade kasutatakse liha pehmendamise eesmärgil ning samuti ka maitse andmiseks enne kuivatamist. Liha tuleks enne kuivatamist kas aurutada (*steam*) või röstida (*roast*) 71°C-ni. Tööstustes valmistatud vinnutatud liha säilib tavapäraselt 12 kuud ning kodus valmistatud vinnutatud liha 1-2 kuud. (fsis.usda)

Veel üheks võimaluseks vinnutatud liha ohutult valmistada on hoida liha pärast kuivatamist 10 minutit ahjus temperatuuril 135 °C. See kehtib viilude puhul, mis on õhemad, kui 0,6 cm. Paksemad viilud võivad vajada pikemat aega. (nchfp.uga.edu)

Ühes läbiviidud uuringus nakatati *jerky* *S. aureus*, *Salmonella*, spp., *Clostridium perfringens* ja *Bacillus subtilis*'e kultuuridega ning kuivatati 4 tundi 53,9 °C juures. Sellele järgnes veel 4

tundi 48,2 °C juures tavalises koduses kuivati-dehüdraatoris. Tulemustest selgus, et kõikide patogeenide alnumbrid (4-5 log cfu/g) peale *C. perfringens*'i vähenesid 2-4 log cfu/g peale pärast 8 tunnist kuivatamist. Põhinedes saadud tulemustele, soovitatakse kasutada liha kuivatamisel kõrgemaid temperatuure, kui 53,9 °C, et vähendada mikrobioloogilist ohtu tootes. Teises uuringus kuivatati vinnutatud veiseliha, mis oli nakatatud *S. aureus* ATCC 27661 kultuuriga, 4 tundi 68,3 °C millele järgnes veel 4 tundi 60 °C juures. Tulemustest selgus, et 15% algupärastest patogeenidest jäi pärast 8 tunnist kuivatamist ellu ning pärast nädalast säilitamist 25 °C juures vähenes see 5% peale. Georgia Ülikool (*The University of Georgia, Cooperative Extension Service Publication*) on traditsiooniliselt soovitanud kasutada vinnutatud liha kuivatamiseks just 60 °C. Veel on toodud uurimustes välja, et saavutamaks 5-log vähenemist *E. Coli* O157:H7 suhtes koduses kuivati-dehüdraatoris, tuleks kasutada järgnevaid temperatuure ja aegu: 12 tundi temperatuuril 57,2 °C; 8 tundi temperatuuril 62,8 °C või 4 tundi temperatuuril 68,3 °C. Lisaks toodi uuringus välja, et kui lihas on 5% rasva, siis saavutamaks 5-log *E. coli* vähenemine, tuleks liha töödelda kas 10 tundi 52 °C, 10 tundi 57 °C, 8 tundi 63 °C või 4 tundi 68 °C. Kui aga liha rasvasuseprotsent on 20%, tuleks liha töödelda kas 20 tundi 52 °C, 16 tundi 57 °C, 8 tundi 63 °C või 4 tundi 68 °C. (Yoon, Y. *et al.* 2004)

FSIS (*Food Safety and Inspection Service in Ameirca*) on aru saanud, et tootjad jälgivad *jerky* valmistamise ajal pigem niiskuse-valgu suhet kui vee aktiivsust. Küll aga on *jerky* valmimisel suurem roll just vee aktiivsusel, kuna see näitab ära kas tootes esineb mikrobioloogilist kasvu ning kas toode on kuivatatud õige tasemeni. Vee aktiivsuse minimaliseerimine (saavutada tuleb 0,85 või vähem) on kriitiline patogeenide kasvu kohapealt. Küll aga öeldakse ka, et niiskuse ja valgu suhe võiks jääda suhtesse 0,75:1 või väiksem, et toodet saaks kutsuda *jerky*'ks, kuid see siiski ei ole piisav, näitamaks, et toode on tarbijale ohutu. (Updated Compliance Guideline)

Kui *jerky* on kuivatatud, tuleb mõõta selle vee aktiivsust, kuna see näitab, kas toode on saavutanud õige taseme, kutsumaks seda *jerky*'ks. Vee aktiivsust mõõdetakse vee aktiivsuse määrajaga ning on kõige õigem viis määramaks, kas *jerky* on kuivatatud õige tasemeni toiduohutuse seisukohalt. Vee aktiivsus näitab paremini vaba vee olemasolu mikrobioloogilise kasvu jaoks kui valgu ja niiskuse suhe. Vaba vee minimaliseerimine on oluline, et toodet ei peaks säilitama külmpakitemperatuuridel ning ühtlasi, et ei tekiks hallitust. (FSIS Compliance Guideline)

*Jerky* säilitamiseks toatemperatuuridel on vee aktiivsuse piiriks maksimaalselt 0,85, soovitatavalt alla selle. Seda eriti, kui toodet säilitatakse edaspidiselt anaeroobses keskkonnas, kus on piiratud ka hallituse tekkimine. ICMSF (*International Commission on Microbiological Specifications for Foods*) sõnul on *Staphylococcus aureus*'e kasvu vältimiseks tootes vee aktiivsuse kriitiliseks piiriks kas 0,83 aeroobses keskkonnas või 0,90 anaeroobses keskkonnas säilitades. (FSIS Compliance Guideline)

Järngevalt kirjeldatakse kahte kõige enim levinumat patogeeni, mis ohustavad vinnutatud liha lõpptoodangut ning tuuakse välja soovitused, kuidas neid ennetada.

Salmonelloos on kõige sagedamini esinev bakteriaalne toidumürgitus, mis on levinud üle terve maailma. Salmonelloosi haigusetkitajaks on *Salmonella* bakter, millel on erinevatele andmetele põhinedes, üle 2500 serotüüpi. Kõige sagedasem haiguse tekitajast serotüüp on *Salmonella enteritidis*. Peamiseks nakkusallikaks on inimene, kes on kas haige, paranev haige või bakterikandja, kanad, kanapojad, kalkunid, veelinnud, veised, sead, lemmikloomad, närilised, koerad ning kassid. Salmonellad paljunevad nakatunud inimese, linna või looma seedekulglas. Inimene nakatub tavapäraselt haige või bakterikandja (eriti ohtlikud bakterikandjad on toidukäitlejad) inimese, linna või looma roojaga saastunud toidu (liha, munade jm) söömisel või toorpiima, vee joomisel. Sageli levivad haigusetkitajad rist-saastumise teel, kui toores looma- või linnuliha puutub töötlemisel kokku valmistoiduga. Haigusetkitajad levivad inimeselt-inimesele fekaal-oraalsel teel. (Terviseamet)

Salmonelloosi ennetamiseks tuleb täita isiklikhügieeni, toiduhügieeni ja ohutu toidukäitlemise nõudeid.

Isiklikuhügieeni nõuded on järgmised:

- käte pesemine sooja vee ja seebiga vähemalt 20-30 sekundit enne ja pärast toidu valmistamist, tualetis käimist, imiku mähkmete vahetamist ja lemmikloomadega tegelemist;
- pärast iga toidu valmistamist vahetada nõud ja töötlemisvahendid ning pesta need puhtaks;
- toiduvalmistamise käigus kasutada eelistatult paberist ühekordse kasutamise kuivatus- ja puhastuspaberit. (Terviseamet)

Ristsaastumise vältimiseks:

- hoida alati (ka külmkapis) looma-, linnu ning kalaliha ning munad üksteisest eraldi;
  - kasutada võimalusel eraldi looma-, linnu- ja kalaliha lõikelaudu;
  - pesta kõiki toiduvalmistamise vahendeid (nõud, lõikelaud, noad jne) peale seda, kui need on toore liha või munadega kokku puutunud;
  - mitte asetada valmistoitu nendele nõudele, kus on enne hoitud toorliha või -mune.
- (Terviseamet)

Listerioosi-nimelist haigust põhjustavad listeeriad, mis on zoonootiline haigus, millesse võivad nakatuda nii inimesed, kui ka loomad (Roasto *et al.* 2006). *Listeria monocytogenes*'esse haigestunuid on jäänud küll vähemaks, kuid olenemata sellest, on see toidumürgistusi esilekutsuvatest patogeenidest üks raskemini kulgev infektsioonide põhjustaja. *Listeria monocytogenes* hõlmab 27,6% kõikidest toiduga ülekanduvate haiguste surmaga lõppevatest juhtudest. (Fang, Ling 1994).

*Listeria monocytogenes*'t on isoleeritud piimast/piimatoodetest, lihast, kala- ja linnuliha ning nendest valmistatud toodetest, tooretest juurviljadest jne. Seoses viimase aja sea- ja veiseliha ning samuti ka kalatoodete valmistamismeetoditega (kasutatakse madalaid temperatuure ning toodet ei kuumutata piisavalt), on listeria leviku oht eriti suur. Riskifaktoriteks on eelkõige väga pika säilivusajaga, vaakumpakendatud ning ühtlasi ka suitsutatud kalaliha erinevad valmistoidud.

*Listeria monocytogenes*'e kasvutemperatuuriks on 0,4 °C kuni + 45 °C ning pH alates 4,1 kuni 9,6. Sellest saab järeldada, et antud patogeen võib püsida tootmiskeskkonnas eluvõimelisena küllaltki pikka aega ning seega püsida ka toiduaines pikemat aega (listeriamonocytogenes.edicypages.com).

## **1.7 Eesti turul müüdavad vinnutatud veiselihasnähkid**

Järgnevas peatükis on toodud Eestis müügil olevad vinnutatud veiselihasnähkid. Kuna turul on erinevate toodete vahel tihe konkurents, siis tasub mainida, et antud tööst võivad olla puudu mõningad uued vinnutatud veiselihasnähkid, mis on tulnud turule töö valmimise ajal või selle lõpus. Erinevad snähkid on kokku kogutud käies Eesti suurimates kaubanduskettides, milledeks on Selver, Coop, Prisma ning Rimi.

### Rakvere – Snäkk Traditional Beef Jerky

Joonisel 1 on näidatud Rakvere Traditional Beef Jerky pakend.



**Joonis 1.** Rakvere snäkk traditional beef jerky (rakverelk.ee)

Klassikalised vinnutatud veiselihasnäkid, mis on valmistatud hoolega valitud taisest lihast. Snäkk on klassikalise maitsestusega, proteiinirikkad ning mekki annavad erinevad vürtsid.

Toote koostisosad: veiseliha, sool, **sojakaste** (**sojauba**, **nisujahu**, suhkur), dekstroos, vürtsid, maitsetaimed, lõhna- ja maitseained, säilitusaine E250. Säilitamine: +2...20 °C

### V.G.A Kaubandus AS – Beef *Jerky* originaal

Joonisel 2 on näidatud V.G.A Kaubandus AS poolt edasimüüdavat Beef *Jerky* Original pakend.



#### **Joonis 2.** Beef *Jerky* Original (selver.ee)

Toote koostisosad: veiseliha 96%, sool, suhkur, vürtside segu, dekstroos, maltodekstriin, **sojaisolaat**, antioksüdant: askorbiinhape, säilitusaine naatriumnitrit. Säilitamine: 0...+30°C

### Arke lihatööstus (Karni) – Beef Ground *Jerky*, Original

Joonisel 3 on toodud Arke Lihetööstuses valmistatud Beef Ground *Jerky* pakend.



#### **Joonis 3.** Beef Ground *Jerky*, Original (karni.ee)

Toote koostisosad: Veiseliha, sool, vürtsid (sh SINEP), suitsuaroom, stabilisaatorid: difosfaadid, trifosfaadid, polüfosfaadid, dekstroos, maltodekstriin, glükoos, antioksüdant: askorbiinhape, säilitusaine: naatriumnitrit. Säilitamine: 0 °C kuni +22 °C

### Traveler's Friend – Beef biltong

Joonisel 4 on toodud Traveler's Friend Beef biltongi pakend.



**Joonis 4.** Traveler's Friend Beef biltong ([travelersfriend.eu](http://travelersfriend.eu))

Eestimaistest lihast toodetud veiseliha biltong on valmistatud algupärase Lõuna-Aafrika retsepti järgi. Valmistatud parimast veise pähklitükist kasutades ainult ehedaid maitseaineid.

Toote koostisosad: Veiseliha (100 grammi toote valmistamiseks on kasutatud 235 grammi liha), sool, palsamiädikas (veiniädikas, käärimata viinamarjamahl, toiduvärv: karamell **iv**, antioksüdant: vääveldioksiid), suhkur, maitseained, säilitusaine: naatriumnitrit

### Karjamõisa vinnutatud veiseliha

Joonisel 5 on toodud Karjamõisa vinnutatud veiseliha pakend.



**Joonis 5.** Karjamõisa vinnutatud veiseliha ([karjamoisa.ee](http://karjamoisa.ee))

Koostis: veiseliha, söögisool, must pipar. Säilitamine: +2..+6 °C



## Sir Loin – Vinnukas traditsioonitruu

Joonisel 6 on toodud Sir Loin vinnukas traditsioonitruu pakend. Traditsioonitruu Vinnukas on klassikaline lihasnäkk, mida iseloomustab parajalt soolane ja kergelt vürtsikas naturaalne veiseliha maitse.



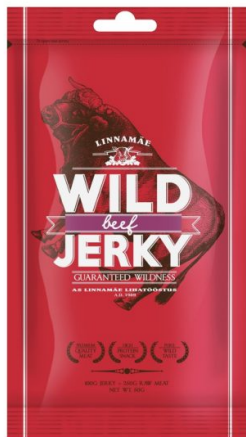
**Joonis 6.** Sir Loin vinnukas traditsioonitruu (sirloin.ee)

Koostisosad: maheveiseliha\* (100 g toote valmistamiseks on kasutatud 283 g liha), **sojakaste\*** (vesi, **sojaoad\***, sool), worcestershire kaste\* (äädikas\*, suhkur\*, viinamarja- ja mustsõstramahla kontsentraadid\*, vürtsid\*, maitsetaimed\*), sool, vürtsid\*, mesi\*.

\* Kontrollitud mahepõllumajandusest. Pakend: toode on pakendatud taassuletavas õhukindlasse kotti. Säilitamine: temperatuuril +2...+22 °C

## Linnamäe Lihatööstus – Wild Beef Jerky

Joonisel 7 on toodud Linnamäe Lihatööstuses valmistatud Wild Beef Jerky pakend.



**Joonis 7.** Linnamäe lihatööstuse Wild Beef Jerky (linnamae.eu)

Koostis: veiseliha, lõhna- ja maitseained, keedusool, säilitusaine E250. Säilitamine: 0..+25 °C

Tabelis 4 on kokku võetud eelpool toodud vinnutatud veiselihasnäkkide toiteväärtused, hind ning palju kulub liha 100 g toote tootmiseks.

**Tabel 4.** Erinevate poes müüdavate vinnutatud lihasnäkkide toiteväärtuste kokkuvõttev tabel, kus on toodud ka hinnad ning 100 g toote tootmiseks kuluva liha kaal.

100 g kohta	Rakvere	Beef Jerky	Arke	Traveler's Friend	Karjamõisa	Sir Loin	Linnamäe
Energiasisaldus (kJ/Kcal)	1347,2/322	1159,0/277	1370/228	1314/314	1035/245	1082/256	1391,2/333
Rasvad (g)	11,6	5	20	5,28	5,4	3,5	12,5
Millest küllastunud rasvhapped (g)	4,5	1,5	8	2,13	2,3	1,5	6
Süsivesikud (g)	4,2	4	3	5,3	3,9	1	0
Millest suhkrud (g)	2,2	2,5	2	3,3	1,2	1	0
Valgud (g)	50,2	56	35	61,29	45,2	55	55
Sool (g)	5,1	5,5	4,2	4,7	3,4	3	4
Hind 50 g	1,99 – 2,19	2,85 – 3,24	1,19	2,49	-	5,5	2,89
100 g tootmiseks kulub	225 g	-	190 g	235 g	280 g	283 g	350 g

Ülalolevast tabelist (tabel 4) võib järeldada, et kõige suurema energiasisaldusega toode on Linnamäe ja Rakvere poolt toodetud veiselihasnäkid vastavalt 1391,2 kJ/333 kcal ning 1347,2 kJ/322 kcal. Kõige suurema rasvasisaldusega on aga Arke Lihatööstuse poolt toodetud veiselihasnakk, mille 100 grammises tootes on 20 grammi rasva. Kõige väiksema rasvasisaldusega on SirLoin, kelle 100 grammis lihasnäkis on ainult 3,5 grammi rasva. Kõige tähtsam näitaja vinnutatud lihasnäki valmistoote puhul on aga valgusisaldus. Kõige suurem valgusisaldus on Traveler's Friendi tootes, kus leidub valku 100 grammis kogunisti 61,29 grammi. Kõige väiksema valgusisaldus on Arke Lihatööstuse poolt toodetud snäkis, kus 100 grammis tootes leidub 35 grammi valku.

100 g vinnutatud lihasnäki valmistamiseks kulub kõige vähem liha Arkel (190 grammi) ning talle järgneb Rakvere 225 grammiga. Kõige rohkem aga kulub Linnamäel, kes kasutab 100 grammi vinnutatud liha valmistamiseks 350 grammi värsket liha.

## **1.8 Sensoorne hindamine**

Sensoorne hindamine on toote organoleptiliste omaduste uurimine meeleeelundite abil. Iga tootegrupi või toote hindamiseks valitakse omadused, mis on nendele iseloomulikud (Dreyersdorff 2002).

Organoleptilised omadused, mida hindamisel kasutatakse, on järgmised:

- visuaalsed – värvus, välimus ja läbipaistvus;
- puuteaistingud – kõvadus ja konsistents;
- olfaktoorsed (haistmismeelega tajutavad) – lõhn;
- maitseaistingud (maitseanalüsaatori kaudu, neli põhimaitset) – hapu, magus, soolane, mõru/kibe. (Dreyersdorff 2002)

Keel on inimese peamiseks maitsemisanalüsaatoriks, mille pealispinnal asuvad maitserakud, mille kurrulise otsaga seostuvad lahustunud aine molekulid, mis annavad aluse maitseaistingute tekkele. Et maitset tajuda, peavad suuõõnde sattunud ained süljes lahustuma, sest kuiva keelepinna ja vähese süljeerituse korral maitset ei tunta. (Dreyersdorff 2002)

Toidu organoleptiliseks omaduseks, mida inimene tajub nina ehk nn lõhnaanalüsaatori abil, ongi lõhn. Lõhna identifitseerimine on komplitseeritud, sest toote lõhn võib moodustuda

mitmetest erinevatest komponentidest või olla nõrga kontsentratsiooniga. Seetõttu tuntakse aroomaineid mitte ainult nuusutamisel, vaid ka toidu mälumisel ja alla neelamisel retronasaalsete aistingute ehk maitse- ja lõhnaaistingute tekkimisel. (Tedersoo 2010)

Toote välimusele hinnangu andmisel, keskendutakse järgmistele omadustele (Tedersoo 2010):

- värvus – erinevate lainepikkustega valguskiirte ärritamisel silmas tajutud aisting;
- väline kuju, suurus – on seotud toote nähtavate omadustega;
- tekstuur – struktuuri geomeetrilised omadused, mis on seotud suuruse, osakeste asetuse ja kujuga tootes (teraline, ümar, kiuline, sile jne);
- tuhmus/läige – välispinna omadused, mida mõjutavad kas rasvasus või niiskus;
- läbipaistvus, selgus – osakeste esinemine/puudumine vedelikes;
- temperatuur – suitsev, aurav, härmas.

Erinevates uurimustes erines sensoorse hindamise paneeli liikmete arv.

Hinnati välimust (Kim, H-J. *et al.* 2010; Banout, J. *et al.* 2012; Yong, H.I. *et al.* 2016), tekstuuri (Kim, H-J. *et al.* 2010; Banout, J. *et al.* 2012), lõhna ja selle kõrvalekaldeid (Kim, H-J. *et al.* 2010; Yong, H.I. *et al.* 2016), rasva/peki maitsetugevust (Banout, J. *et al.* 2012), värvust ja maitset (Banout, J. *et al.* 2012; Choi, J-H. *et al.* 2007; Yong, H.I. *et al.* 2016), õrnust (Choi, J-H. *et al.* 2007; Yong, H.I. *et al.* 2016), mahlasust (Choi, J-H. *et al.* 2007) ning üleüldist vastuvõetavust (Kim, H-J. *et al.* 2010; Banout, J. *et al.* 2012; Choi, J-H. *et al.* 2007).

Hindamine toimus Kim, H-J. *et al.* (2010) uurimuses 9-punkti skaalal, kus: 8-9 „väga hea“, 6-7 „hea“, 4-5 „rahuldav“, 2-3 „kehv“ ja 2 „väga kehv“. 9-punkti skaalat kasutasid oma uurimuses ka Yong, H.I. *et al.* (2016), kus 9 - “meeldib väga” ning 1 - “ei meeldi üldse”. Konieczny, P. *et al.* (2007) hindasid vinnutatud liha 5-punkti skaalal, kus 1 „üldse ei meeldi“ ja 5 „meeldib väga“. Proove hoiti enne degusteerimist +4 °C juures 24 tundi.

Uurimusest selgus, et kõige rohkem punkte sai toode, mida oli kuivatatud 5 tundi ning selleks ajaks oli lihal kõige suurem lõiketugevus ning see omakorda tähendab, et paneelile meeldis toote “kummisus/näritavus“. Choi, J-H. *et al.* (2007) uurimusest selgus, et eelistati hoopis madala lõiketugevusega ja väga õrna toodet.

## 2. MATERJAL JA METOODIKA

Käesoleva magistritöö eksperimentaalse osa käigus valmistati vinnutatud veiselihasnäkk soola-tšilli kuivmarinaadis. Töös kasutati 3 erinevat seadet, temperatuuriks 60 °C 4 tundi (lkliimakapis Memmert ICH 110 ja Alto-Shaam ahjus) ning kuivati-dehüdraatoris (Biosec) kasutati temperatuure vahemikus 55-70 °C 5,5 tunni jooksul. Antud meetod töötati välja kohendades erinevaid tehnoloogiaid, mis olid välja toodud erinevates kirjandusallikates. Arvestati nii kasutatavaid seadmeid, kui muid võimalusi vinnutatud veiselihasnäki valmistamiseks.

Katsematerjalina kasutati veiserümba tagaosa sisetükki (*beef inside round*), mis saadi kahest erinevast väikelihatööstusest. Katsematerjali saabudes teostati lihale visuaalne kvaliteedikontroll ning veenduti liha kõlblikkuses (joonis 8). Liha säilitati Eesti Maaülikooli toiduteaduste ja toiduainete tehnoloogia õppetooli lihalabori külmkapis <2 °C või sügavkülmas -18 °C juures. Katseperioodiks oli ajavahemik veebruar 2018 kuni aprill 2018



**Joonis 8.** Katsematerjal (G.Meekler)

## 2.1 Vinnutatud lihasnäki tehnoloogia

Katsete läbiviimiseks lõigati liha väiksemateks tükkideks (u 300 g) ning vaakumpakendati (joonis 9).



**Joonis 9.** Väiksemateks tükkideks lõigatud veiseliha enne sügavkülmutamist (G. Meekler)

Seejärel asetati liha 2,5 - 3 tunniks sügavkülma -18 °C juurde kergkülmutamiseks, et oleks hea lõigata 0,3-0,5 mm paksuseid lihaviile. Osade katsete puhul tuli kasutada sügavkülmutatud liha. Sellisel juhul liha sulatati aeglaselt, kuna vastasel juhul kaotab liha palju lihamahla. Külmutatud liha sulatamiseks asetati liha külmkapi temperatuuri 2 °C juurde.

Kui liha oli sügavkülmas olnud 1,5-3 tundi, lõigati mitte paksemad kui 0,5 cm paksused viilud ristikiudu (joonis 10). Seejärel marineeriti liha soola ning tsillimaitseainega ning jäeti 24 tunniks külmkapi marineeruma. Marinaad koosnes 1 tl himaalaja roosast soolast ning 0,5 tl tsilli maitseainest ~250 g liha kohta.

Joonisel 10 on toodud viilutatud vinnutatud liha enne ahju panekut.



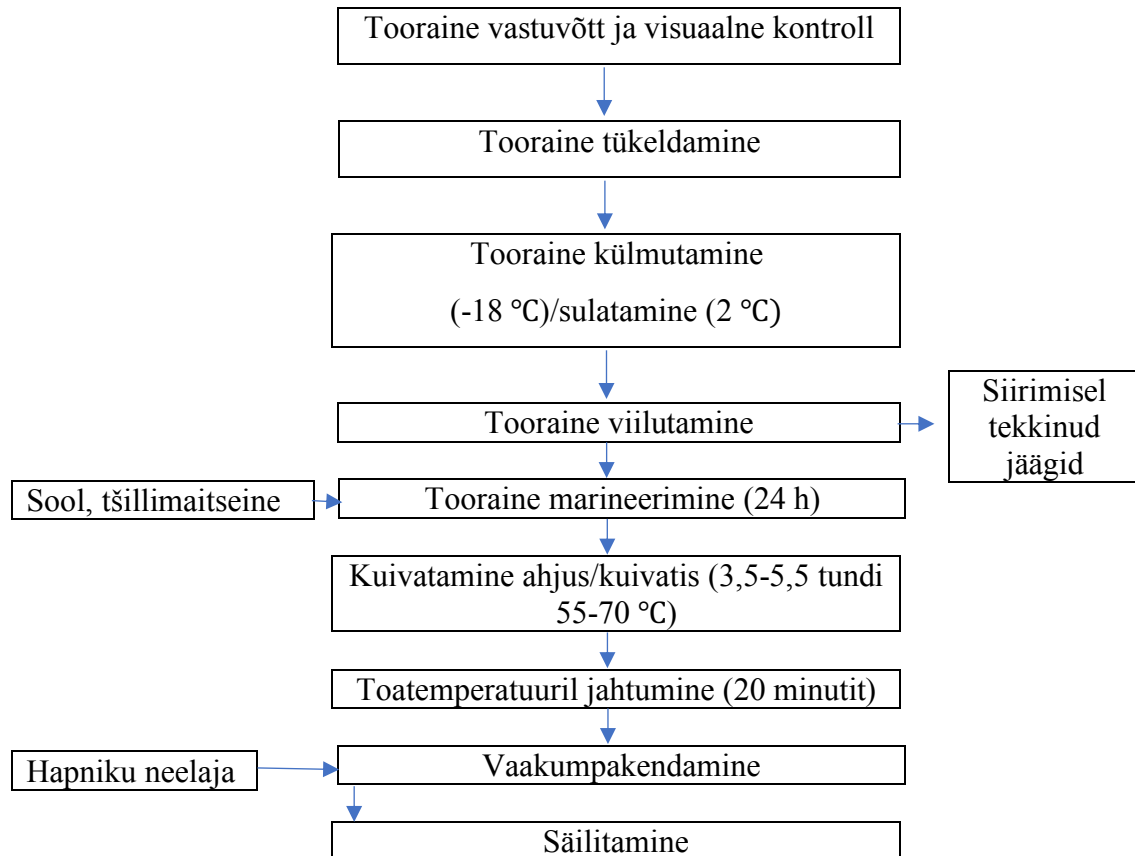
**Joonis 10.** Viilutatud vinnutatud liha enne ahju panekut (G. Meekler)

Marineeritud lihaviilud asetati restile ning seejärel ahju, kuivatati valitud temperatuuridel ning ajaperioodil. Seejärel võeti liha ahjust välja ning lasti toatemperatuuril ~20 minutit jahtuda. Pärast seda kaaluti liha (joonis 11) ning pakendati tooted vaakumpakendisse. Pakendisse lisati ka niiskust imavad kotikesed.



**Joonis 11.** Vinnutatud veiselihasnäki kaalumine (G. Meekler)

Käesolevas töös kasutatud vinnutatud veiselihasnäki tehnoloogiline skeem (joonis 12) on kohandatud tuginedes Ojha, K. *et al.* (2017), Ojha, Kerry, Tiwari (2016) vinnutatud lihasnäki tehnoloogiale.



**Joonis 12.** Vinnutatud veiselihasnäki tehnoloogiline skeem

## 2.2 Vinnutatud lihasnäki valmistamisel kasutatud seadmed

Vinnutatud lihasnäki valmistamiseks kasutati 3 erinevat seadet: kliimkapp Memmert ICH 110 (F.-Nr.: Y417.0094), ahi Alto-Shaam 300 TH-III Halo Heat (Alto-Shaam, Inc., Menomonee Falls, WI, USA) ning kuivati-dehüdraator Biosec.

### Kliimakapp Memmert ICH 110

Roostevabast terasest valmistatud kliimakapp (joonis 13), mille töötemperatuuri vahemik on -10 °C kuni +60 °C.



Joonisel 13 on näidatud Kliimakapp Memmert ICH 110.



**Joonis 13.** Kliimakapp Memmert ICH 110 (G. Meekler)

### Alto-Shaam ahi

1968. aastal leiutas Alto-Shaam esimese automaatse professionaalse küpsetus- ja soojendusahju, kus kasutati Halo-Heat süsteemi. Halo Heat süsteemiga küpsetus- ja soojendusahjude kuumutusmehhanism koosneb küttekaablist, mis ümbritseb tervenisti ahju küpsetus- ja soojendusruumi. See loob õrna kiirgusega Halo Heat soojuskihi, mis omakorda ümbritseb ahjus olevat liha pideva ning ühtlase temperatuuriga.

Joonisel 14 on näidatud katsete läbiviimiseks kasutatud Alto-Shaam ahju.



**Joonis 14.** Alto-Shaam ahi (G. Meekler)

### Kuivati-dehüdraator Biosec

Biosec on väike kuivati, millel on 10 riiulit. Kuivatamiseks tuleb liha lõigata minimaalselt 3 mm paksusteks viiludeks. Kõik kuivati riiulid peavad olema kaetud ning samuti ka uksed/kaaned. Kui liha on asetatud kuivatisse, tuleb valida sobiv temperatuur ning panna tööle ventilaator.

## **2.3 Vinnutatud veiselihasnäki füüsikalise-keemiliste näitajate määramine**

Vinnutatud veiselihasnäki määrati niiskuse-, valgu- ja tuhasisaldus, vee aktiivsus ( $a_w$ ); mõõdeti lõiketugevust ning arvutati niiskuse ja valgu suhe.

### 2.3.1 Niiskusesisaldus

Liha niiskusesisaldus määrati vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS-ISO 1442:1999 “Niiskusesisalduse määramine (põhimeetod)”.

Büks ehk alumiiniumist katse anum asetati koos selle sees oleva liiva ja klaaspulgaga lahtiselt, ilma kaaneta, kuivatuskappi  $103 \pm 2$  °C juurde ja kuivatati 30 minutit konstantse massini. Liiva kogus pidi ületama proovikaalutist ligikaudu 2-3 korda. Peale konstantse massi saavutamist jahutati бүкс eksikaatoris toatemperatuurini ja registreeriti selle mass 0,001 g täpsusega.

Büksi asetati 5-8 g homogeniseeritud vinnutatud liha ja see kaaluti koos sisu ja klaaspulgaga täpsusega 0,001 g. Бүкс asetati kuivatuskappi lahtiselt  $103 \pm 2$  °C juures 3 tundi. Kaanega kaetud бүкс jahutati seejärel eksikaatoris toatemperatuurini ning kaaluti 0,001 g täpsusega. Niiskusesisaldus väljendati massiprotsentides.

### 2.3.2 Valgusisaldus

Valgusisaldus määrati vastavalt Eesti Vabariigi Standardile EVS-ISO 937:1978 “Toorproteiin lihas” kasutades Kjeltec seadet (Tecator Application Note AN 30/81).

Ligikaudu 2 g uuritavat proovi kaaluti täpsusega 0,001 g rasvakindlale paberitükile ning viidi põletuskolbi, kuhu lisati 2 Kjeltabs tabletti ja 12 ml kontsentreeritud  $H_2SO_4$ . Kolvid koos alustega viidi põletusblokki, kus neid kuumutati 60 minutit 420 °C juures kontrollides happeauru äratõmbe intensiivsust. Esimesed 5 minutit peab äratõmme olema maksimaalne, hiljem tuli intensiivsust vähendada, et vältida väävelhappe liigset kadu, mis omakorda oleks põhjustanud lämmastiku kadu.

Pärast põletamist lasti kolbidel läbipaistvas rohekas-sinises vedelikus jahtuda. Jahtunud kolvid koos põletatud prooviga viidi automaat-analüsaatorisse, kus proovi lahjendati 80 ml destilleeritud veega ning lisati 50 ml 40% NaOH lahust. Eralduv ammoniaak destilleeriti veeauruga vastuvõtjas olevasse 1% boorhappelahusesse ja tiitri automaatselt standardiseeritud 0,2 N HCL lahusega.

### 2.3.3 Tuhasisaldus

Tuhasisaldus määrati vastavalt ISO 936:1998 „*Meat and meat products – determination of total ash*“ standardile. Liha ning lihasaaduste tuhasisaldus näitab uuritava proovi jäägi massi, mis on saadud ülaltoodud standardis kirjeldatud meetodi tulemusel ning jagatud proovi massiga. Tuhasisaldus väljendatakse massiprotsentides.

Proovid võetakse pakendist välja ning homogeniseeritakse 20 sekundit 6000 rpm. Saadud proov säilitatakse suletud nõus õhukindlalt ning jahedas. Katseproov määrati nii kiiresti kui võimalik, kuid kindlasti 24 tunni jooksul.

Portselantiigel asetati muhvelahju ning kuumutati 20 minutit  $550 \pm 25$  °C juures. Pärast seda lasti tiigil eksikaatoris jahtuda toatemperatuurini ning kaaluti täpsusega 0,1 mg. Seejärel viidi tiiglisse 1,5-2 grammi homogeniseeritud proovi ning kaaluti täpsusega 0,1 mg. Tiigel asetati koos prooviga jahedasse muhvelahju ning lasti temperatuuril järk-järgult 5-6 tunni jooksul tõusta  $550 \pm 25$  °C juurde. Proove kuivatati seni, kuni tuhk muutus hallikas-valgeks. Seejärel lasti tiigil koos tuhaga jahtuda eksikaatoris toatemperatuurini ning kaaluti täpsusega 0,1 mg. Ettevaatlik tuleb olla tiigli viimisel ahjust eksikaatorisse ning hilisemal kaalumisel, et vältida tuha kadusid.

Tuhasisaldus  $w_a$  leiti massiprotsentides kasutades järgmist valemit (ISO 936:1998):

$$w_a \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100,$$

kus

$m_0$  – tühja tiigli mass g;

$m_1$  – tiigli mass koos katsekogusega enne tuhastamist g;

$m_2$  – tiigli mass koos tuhaga g.

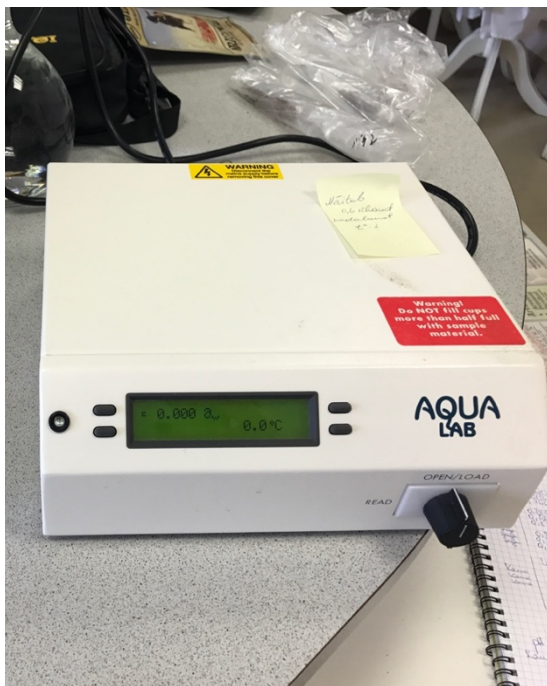
### 2.3.4 Vee aktiivsus ( $a_w$ )

Vee aktiivsuse määramiseks lõigati vinnutatud lihasnäkist 2 x 2 cm suurune tükk ning uhmerdati, ilma et liha katki läheks (joonis 15). Seejärel asetati liha vee aktiivsuse mõõtmiseks vajalikku topsi ning asetati AQUA LAB seadmesse (joonis 16). Seejärel registreeriti näit. Läbi viidi 3 korduskatset.

Joonisel 15 on näha kolme katsematerjali, mida kasutati vee aktiivsuse mõõtmiseks.



**Joonis 15.** Vinnutatud veiselihasnäki proovid vee aktiivsuse mõõtmiseks (G. Meekler)



**Joonis 16.** Vee aktiivsuse mõõtja Aqua LAB (G. Meekler)

### 2.3.5 Lõiketugevus

Lõiketugevuse määramisel lähtuti Warner-Bratzleri meetodist. Kasutati tekstuurianalüsaatorit TA.XTplus (joonis 17). Warner-Bratzleri lõikejõu testi läbiviimiseks kasutatakse

tekstuurianalüsaatorit koos Warner-Bratzleri lõiketeraga, mille liikumiskiirus on 200 või 250 mm/min.

Warner-Bratzleri lõiketera peab vastama järgmistele nõuetele:

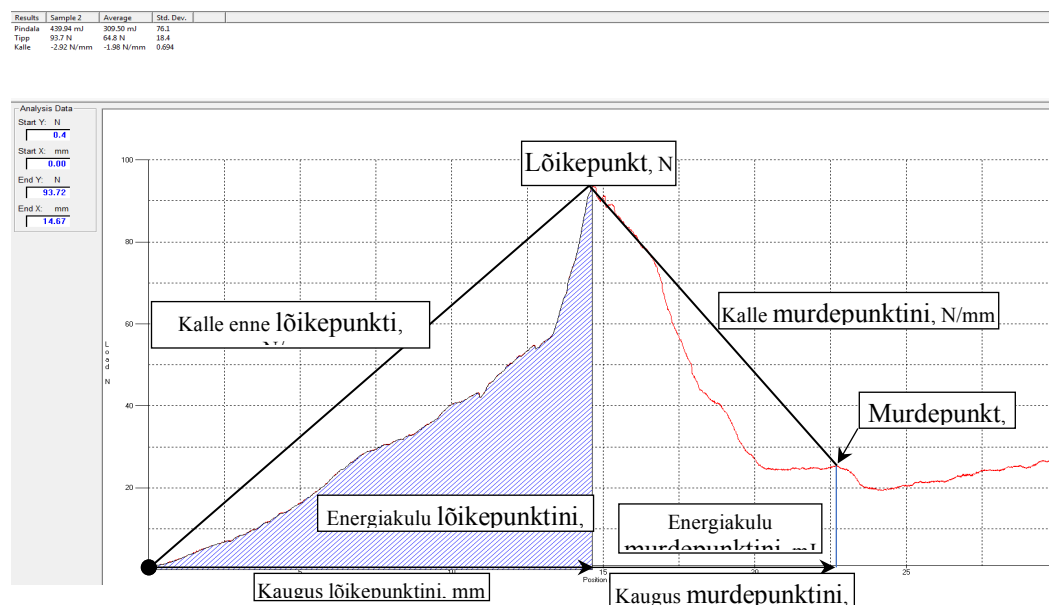
- Tera paksus 1,016 mm;
- V-kujuline (60° nurk) lõiketera;
- Lõiketera servad on poolümarad;
- V-kujulise tera nurk peab olema kumer 2,363 mm läbimõõduga kolmveerandring;
- Lõiketera juhtpilud peavad olema 2,0828 mm laiad (Pöldvere, Tänavots. 2012°).

Lõiketugevuse määramiseks lõigati snäkk 0,5 x 3,5 cm suurusteks tükkideks ning asetati tekstuurianalüsaatori plaadile nii, et V-kujuline lõiketera läbiks snäki ristikiudu. Seadme kiiruseks valiti 200 mm/min ning täisraskuseks 49 N (4,9 kg). Seejärel registreeriti näit.



**Joonis 17.** Tekstuurianalüsaator TA.XT*plus* (G. Meekler)

Uuringu käigus määrati lõikepunkt (N) (joonis 18), so jõud, mille juures algab proovitüki purunemine. Registreeriti kõige suurem rakendatav jõud, mida lõiketera rakendas lihaskiu ristipidiseks läbistamiseks. Arvutati kõikide mõõtmiste keskväärtus.



**Joonis 18.** Warner-Bratzleri testi väljundgraafik (Põldvere *et al.* 2012<sup>d</sup>)

### 2.3.6 Niiskuse ja valgu suhe

Niiskuse ja valgu suhe arvutatakse protsentides ning saadakse jagades niiskusesisaldus valgusisaldusega. Kuigi niiskuse ja valgu suhe on oluline näitaja väljendamaks, kas toode on kuivatatud, ei näita see mikrobioloogilist ohutust ega ka seda, kas toodet võib säilitada toatemperatuuridel, kuna niiskuse ja valgu suhe ei kajasta tootes oleva vee kogust. Soovitavaks niiskuse ja valgu suhteks loetake 0,75:1 või madalam. ([meathaccp.wisc.edu/validation](http://meathaccp.wisc.edu/validation))

## 2.4 Sensoorne analüüs

Tarbija hinnangu saamiseks viidi läbi sensoorne hindamine. Degusteerijateks olid Eesti Maaülikooli Toiduteaduse ning toiduainete tehnoloogia õppetooli töötajad ja tudengid. Sensoorne analüüs viidi läbi kahel erineval päeval 09.04.2018 ja 11.04.2018. Sensoorsest

hindamisest võttis kokku osa 27 inimest. Hindamise läbiviimiseks oli ettevalmistatud protokoll (Lisa 1). Enne degusteerimist selgitati paneeli liikmetele, mida ja kuidas hinnatakse.

Hindamiseks anti nii antud töö raames läbiviidud katsete proove, kui ka poes müüdavaid tooteid. Hindajad ei teadnud, milline toode on valmistatud antud töö raames ning milline on poes müüdav toode. Poetooted võeti hindamiseks, et degusteerijatel oleks võimalus võrrelda erinevate tekstuuride ning maitsete vahel, leides nii näiteks õige näritavuse või toote värvuse, mida tarbijad kõige rohkem toote juures eelistaksid.

## **2.5 Andmete statistiline analüüs**

Andmete analüüsimiseks kasutati andmetöötlusprogrammi MS Excel, kus näitajate vaheliste seoste olulisus leiti korrelatsiooni funktsiooniga, mis on väljendatud töös järgnevalt:

Korrelatsioon on tugev kui  $|r| \geq 0.8$

Korrelatsioon on märgatav, kui  $0.6 \leq |r| \leq 0.8$

Korrelatsioon on nõrk, kui  $0.3 \leq |r| \leq 0.6$

Korrelatsioon on väga nõrk, kui  $|r| \leq 0.3$

Kui leitud olulisuse tõenäosus  $p < 0.05$ , võib lugeda kahe tunnuse vahelise seose statistiliselt oluliseks.



### **3. TULEMUSED JA ARUTELU**

Tabelis 5 on toodud käesoleva magistritöö raames tehtud katsed. Katsed on esitatud kuupäevaliselt ning igale katsele pandi unikaalne nimi, mille järgi oleks võimalik hiljem katset tuvastada. Lisaks on tabelisse märgitud kuivatamisel kasutatud temperatuuri ning aeg. Märgitud on ka kaal enne ahju panekut ning seejärel kaal ahjust võttes. Kaal registreeriti pärast seda, kui toode oli toatemperatuuril jahtunud 20 minutit.

Katsetes kasutatud lühendite selgitused:

V.K.1-V.K.9 - kliimakapis valmistatud vinnutatud veiselihasnähkid

V.A.1-V.A.7 - Alto-Shaam ahjus valmistatud vinnutatud veiselihasnähk

V.KU.1-V.KU.2.2 - kuivati-dehüdraatoris valmistatud vinnutatud veiselihasnähkid

Tulemustes ja joonistel on toodud katsete keskmised tulemused ja standardhälbed.

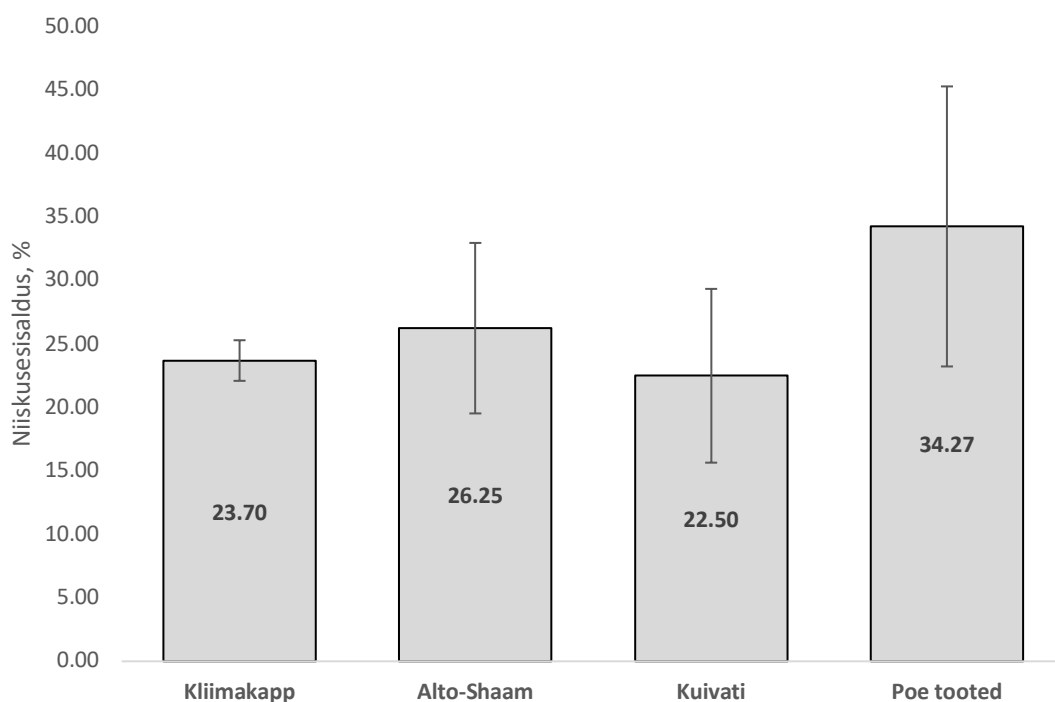
**Tabel 5.** Magistritöö raames läbiviidud katsed

<b>Kuupäev</b>	<b>Katse nr</b>	<b>Temp.+aeg</b>	<b>Kaal enne, g</b>	<b>Kaal pärast, g</b>
05.02.2018	V.K.1	60 C -> 5 h	234	70
06.02.2018	V.K.2	60 C -> 5h	238,7	72,7
07.02.2018	V.K.3	60 C -> 4 h	215	75,2
08.02.2018	V.K.4.1	60 C -> 4 h	231,1	82,5
08.02.2018	V.K.4.2	60 C -> 4 h	230,2	74,6
07.03.2018	V.K.5	60 C -> 4 h	251,4	90
08.03.2018	V.K.6	60 C -> 4 h	255,4	89,4
09.03.2018	V.K.7	60 C -> 4 h	219,5	80,4
10.04.2018	V.K.8.1	60 C -> 4 h	312	133,7
I				
10.04.2018	V.K.8.2	60 C -> 4 h	200	59,9
II				
16.04.2018	V.K.9	60 C -> 4 h	286	100
06.02.2018	V.A.1	70C -> 2,5h 65C -> 1,5h 55C -> 1,5h	205,1	77,8
07.02.2018	V.A.2.1	60C -> 4h	235,2	91,1
I				
07.02.2018	V.A.2.2	60C -> 4h	236,8	105,1
II				
07.02.2018	V.A.2.3	60C -> 4h	237	102,4
III				
07.03.2018	V.A.3	60C -> 4h	234,2	99
08.03.2018	V.A.4	60C -> 4h	241,5	92,2
09.03.2018	V.A.5	60C -> 4h	225,8	90,2
10.04.2018	V.A.6.1	60C -> 4h	299	126,9
I				
10.04.2018	V.A.6.2	60C -> 4h	200	80
II				
16.02.2018	V.A.7	60C -> 4h	286	100
05.02.2018	V.KU.1	70C -> 2,5 h 65C -> 1,5 h 55C -> 1,5 h	233,6	84,7
06.02.2018	V.KU.2.1	55C -> 1,5 h 65C -> 1,5 h 70C -> 2,5 h	161,5	52,7
I				
06.02.2018	V.KU.2.2	70C -> 2,5 h 65C -> 1,5 h 55C -> 1,5 h	177,7	52,8
II				

### 3.1 Niiskusesisalduse tulemused

Niiskusesisaldust mõõdeti katsetest V.K.4.2, V.K.6, V.K.7, mis valmistati kliimakapis 60 °C juures 4 tundi. Samuti mõõdeti niiskusesisaldust Alto-Shaam ahjus läbiviidud katsetest V.A.4 ning V.A.5, kus temperatuur ja aeg olid samad, mis kliimakapi katsetel ning kõik mõõtmised sai teha ka kuivati-dehüdraatoris tehtud katsepartiitest (V.KU.1, V.KU.2.1, V.KU.2.2).

Kuna niiskusesisaldust mõõdetakse proovist ühe korra (mitte ei tehta kolme kordusproovi), siis ei saa iga seadmes läbiviidud katse kohta eraldi standardhälvet leida. Kokkuvõtvad tabelid keskmistest niiskusesisalduse mõõtmistest on toodud joonisel 19.



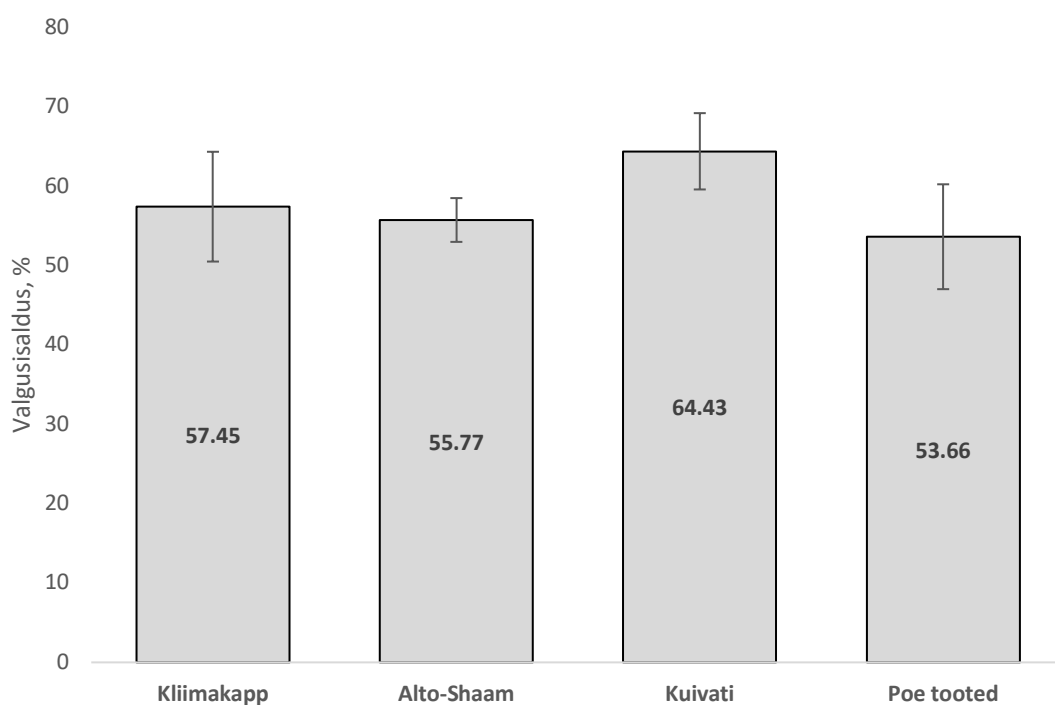
**Joonis 19.** Niiskusesisalduse keskmised tulemused eri seadmete ja poes müüdavate toodete vahel ( $\pm$  standardhälve)

Jooniselt 19 on näha, et kõige väiksem keskmine niiskusesisaldus mõõdeti kuivati-dehüdraatori katses, kus tulemuseks saadi 22,5%. Keskmine niiskusesisaldus oli kõige kõrgem poetoodetel (34,3%). Magistritöös läbiviidud katsete tulemustest on aga näha, et kõige kõrgem niiskusesisaldus saadi Alto-Shaam ahjus (26,25%). Põhjus võib seisneda selles, et Alto-Shaam ahjus ei saa reguleerida ventilatsiooni ning seetõttu jääb lõpptoodang koostiselt niiskem. Nii

kliimakapis kui ka kuivati-dehüdraatoris pöörles terve katseaja ventilaator, mis aitab toote kuivatamisele kaasa. Küll aga ei saavutanud antud katsetega nii kõrget niiskusesisaldust kui poe toodetel, kuna siis oleks jäänud antud toodete vee aktiivsused liiga kõrgeks.

### 3.2 Valgusisalduse tulemused

Katsed viidi läbi proovidest V.K.4.2, V.K.5, V.K.6, V.K.7, V.A.3, V.A.4, V.A.5, V.KU.1, V.KU.2.1, V.KU.2.2 ning kolmest poetootest. Lühendite temperatuurid ja ajad on toodud tabelis 5.

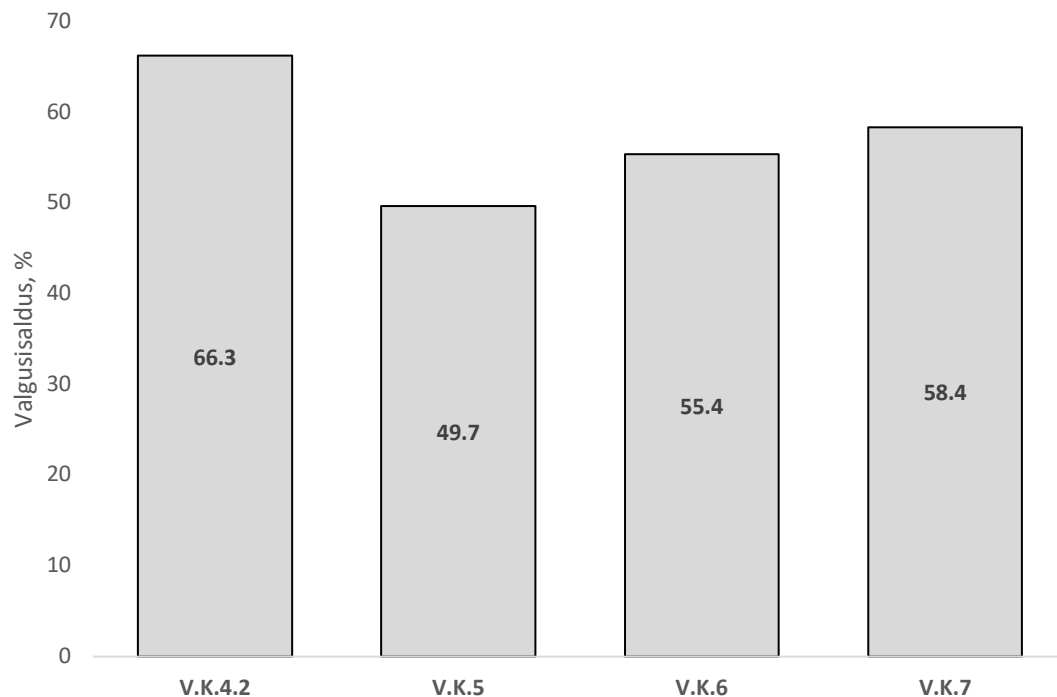


**Joonis 20.** Katsete ning poe toodete keskmised valgusisalduse tulemused ( $\pm$  standardhälve)

Jooniselt 20 võib näha, et kõige suurem keskmine valgusisaldus saadi kuivati-dehüdraatoris läibviidud katsete põhjal (64,4%) ning kõige madalam poetoodetel (53,66%).

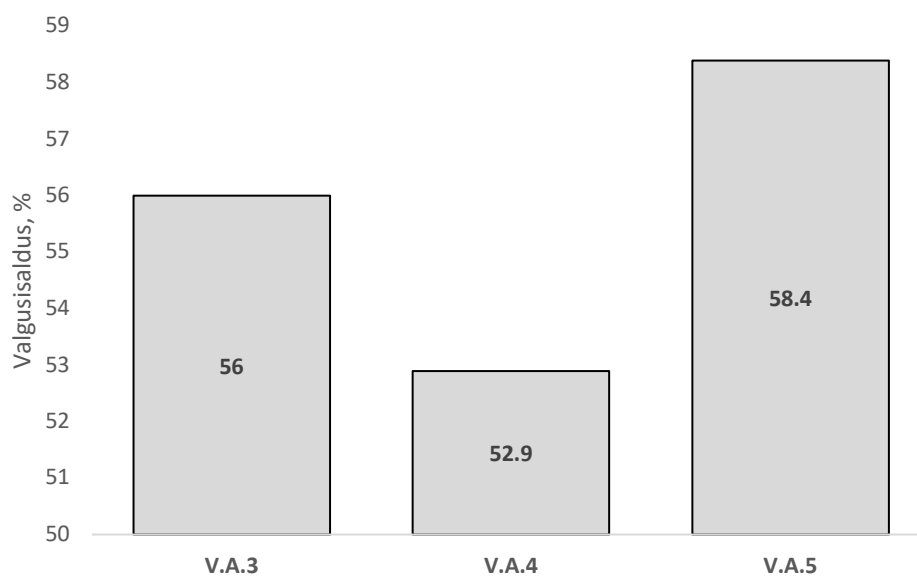
Järgnevalt on toodud keskmised valgusisaldused ka katsetepõhiselt, kuid kuna valgusisaldust mõõdeti igast katsest korra (ei tehtud kolme korduskatset), ei ole võimalik tulemusi esitada koos standardhälvetega.

Joonisel 21 on toodud kliimakapis valmistatud katsete valgusisalduse tulemused. Kõige suurem valgusisaldus saadi katsel V.K.4.2 (66,3%) ning kõige väiksem V.K.5 (49,7%).



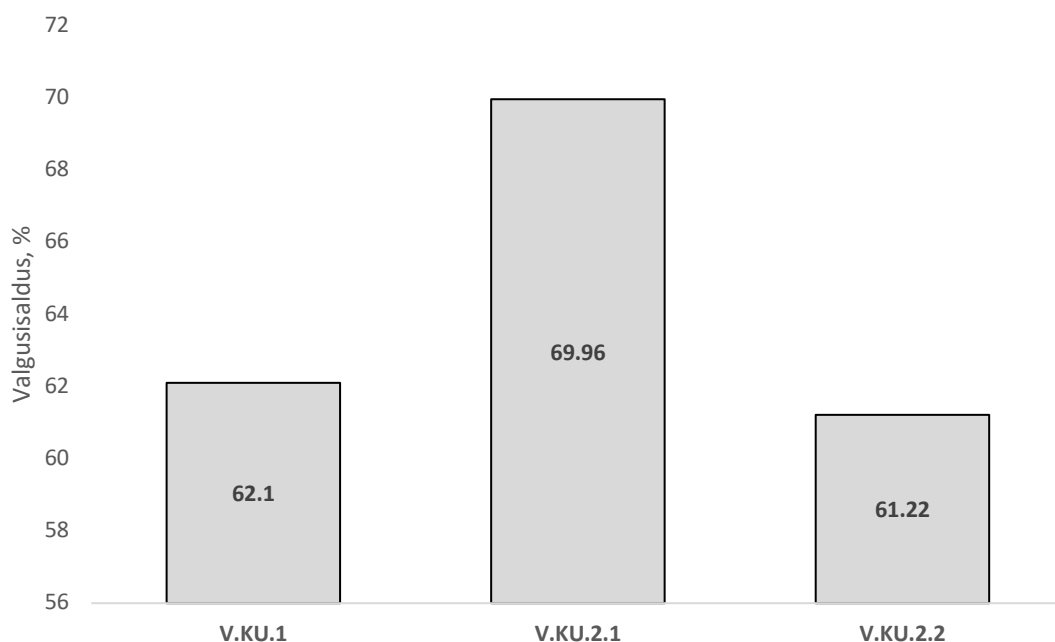
**Joonis 21.** Kliimakapis valmistatud vinnutatud veiselihasnäki valgusisalduse tulemused

Joonisel 22 on toodud Alto-Shaam ahjus valmistatud katsete valgusisalduse tulemused. Kõige suurem valgusisaldus saadi katsel V.A.5 (58,4%) ning kõige väiksem V.A.4 (52,9%).



**Joonis 22.** Alto-Shaam ahjus valmistatud katsete valgusisaldused

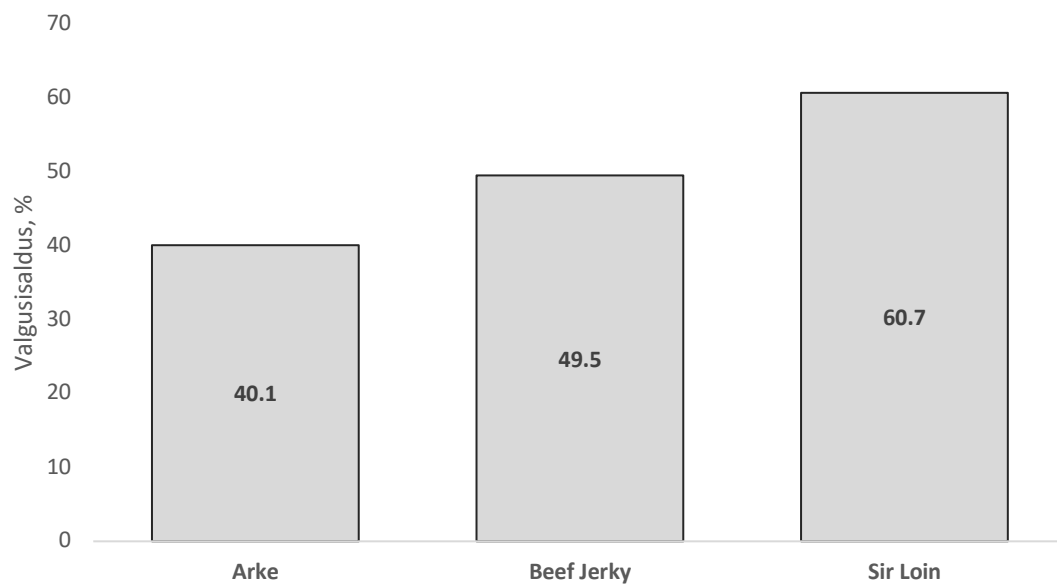
Valgusisaldus mõõdeti ka kuivati-dehüdraatoris valmistatud veiselihasnakkidest (joonis 23), kus suurimaks valgusisalduseks saadi 69,96% ning madalaimaks 62,1%.



**Joonis 23.** Kuivati-dehüdraatoris valmistatud katsete valgusisaldused

Poetoodete valgusisaldust mõõdeti, et näha kas tulemused vastavad pakendil toodule. Tulemused on toodud joonisel 24. Kõige suurem valgusisaldus saadi SirLoin maheveise lihast valmistatud vinnutatud veiselihasnäkil, kus tulemuseks saadi 60,7% (pakendil 55%). Kõige väiksem tulemus saadi Arke lihatööstuse snäkil (40,1%) ning nende pakendil on märgitud valgusisalduseks 35%. Seega oli saadud tulemus suurem, kui pakendil lubatud. Beef Jerky Original tulemuseks saadi 49,5% (pakendil 61%). Viimase puhul on pakendil lubatud valgusisaldus kõvasti suurem, kui läbiviidud katsetulemus seda näitab.

Joonisel 24 on toodud poetoodete valgusisalduste tulemused.

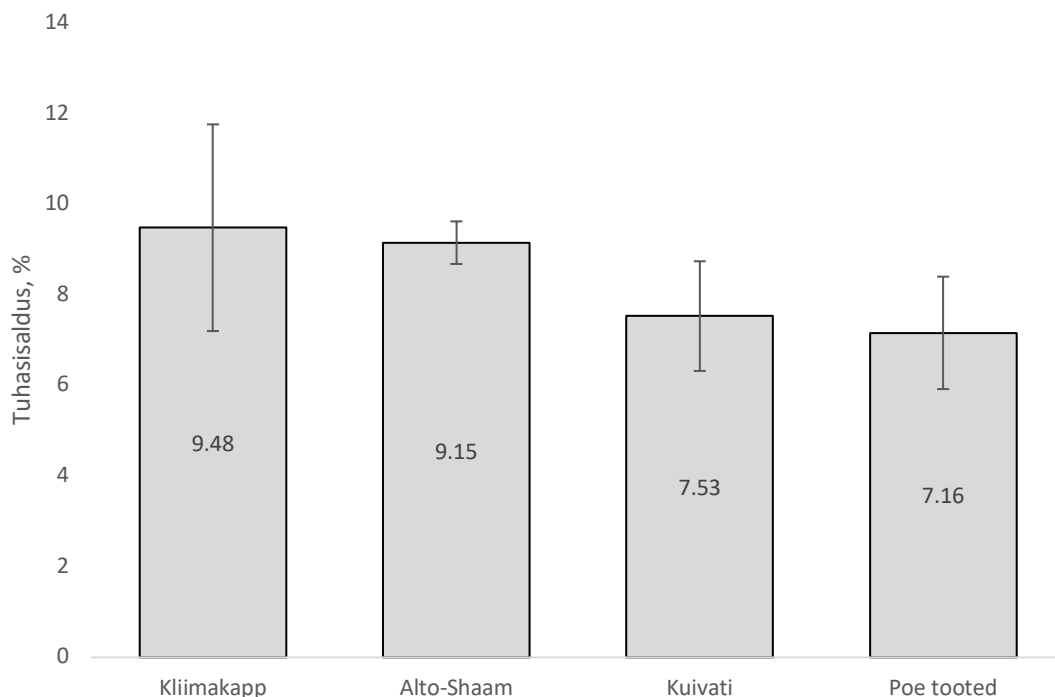


**Joonis 24.** Poetoodete valgusisalduse tulemused

### 3.3 Tuhasisalduse tulemused

Tuhasisalduse keskmised tulemused varieerusid vahemikus 9,48-7,16%, keskmiseks tulemuseks saadi 8,72%.

Joonisel 25 on toodud tuhasisalduste keskmised tulemused seadmete põhiselt ning lisatud on ka poetoodete keskmine tuhasisalduse tulemus.



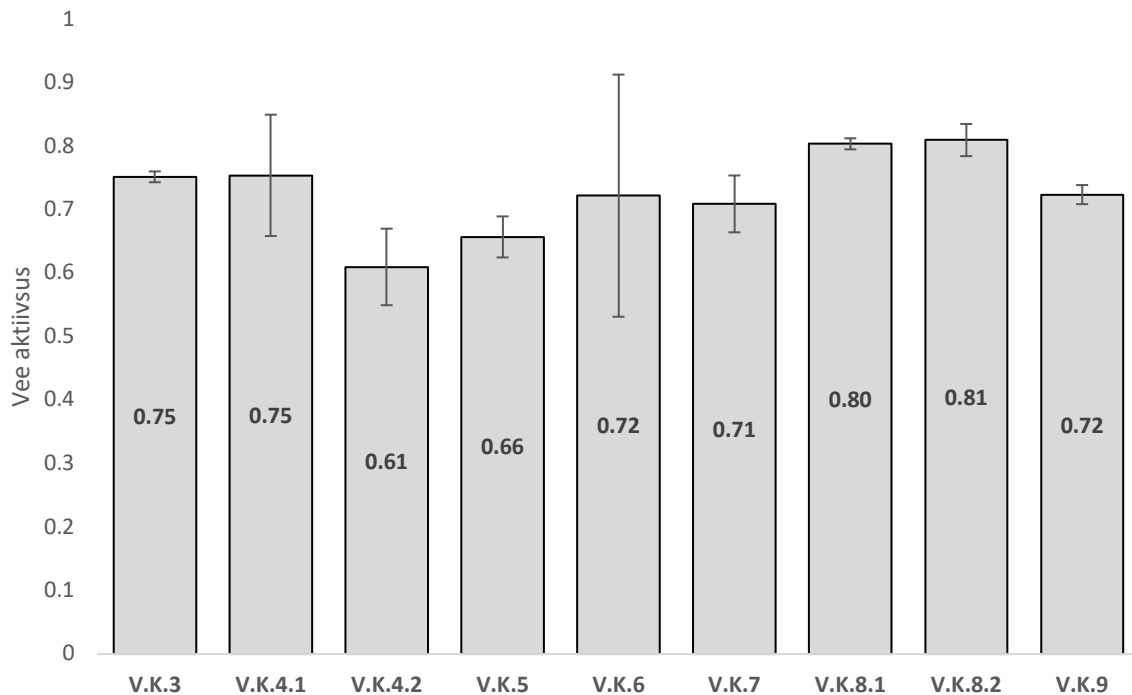
**Joonis 25.** Tuhasisalduse keskmised tulemused ( $\pm$  standardhälve)

### 3.4 Vee aktiivsuse ( $a_w$ ) tulemused

Vee aktiivsust mõõdeti kokku 78 korral. Keskmiseks vee aktiivsuseks saadi 0,75. Vee aktiivsuse vahemik varieerus vastavalt 0,39-0,91. Kuna vee aktiivsuse määramist teostati iga katsepartii kohta 3 kordust, oli võimalik iga seadme ja katsepartii kohta leida keskmine ja selle standardhälve. Kahe viimase katsepartiiga nii kliimakapis kui ka Alto-Shaam ahjus (V.K.8.2 ja V.K.9 ning V.A.6.1 ja V.A.7) katsetati vee aktiivsuse mõõtmist järgmiselt (teostati nn valideerimine): kui liha oli olnud ahjus 3 tundi, siis hakati iga 15 minuti järel võtma tükike katsest, lasti sellel toatemperatuuril jahtuda ning seejärel registreeriti näit. Proovid võeti 3 h, 3 h 15 min, 3 h 30 min, 3 h 45 min ja 4 h järel. Kui liha oli ahjus olnud 4 tundi, tehti kokku 3 vee aktiivsuse mõõtmist, et tulemustes oleks võimalik leida keskmine väärtus, mis on võetud lihalt, mis on olnud sama kaua ahjus nagu ka eelnevate katsete puhul. Selle eesmärgiks oli tuvastada, kas liha peaks võtma oluliselt varem ahjust välja ehk kas lihale piisaks ka vähem kui 4 tundi. Katsetest selgus, et enne 4 tundi vinnutatud liha ahjust välja võttes on vee aktiivsus liiga suur (üle 0,80), et toodet saaks säilitada toatemperatuuril ilma vaakumita.



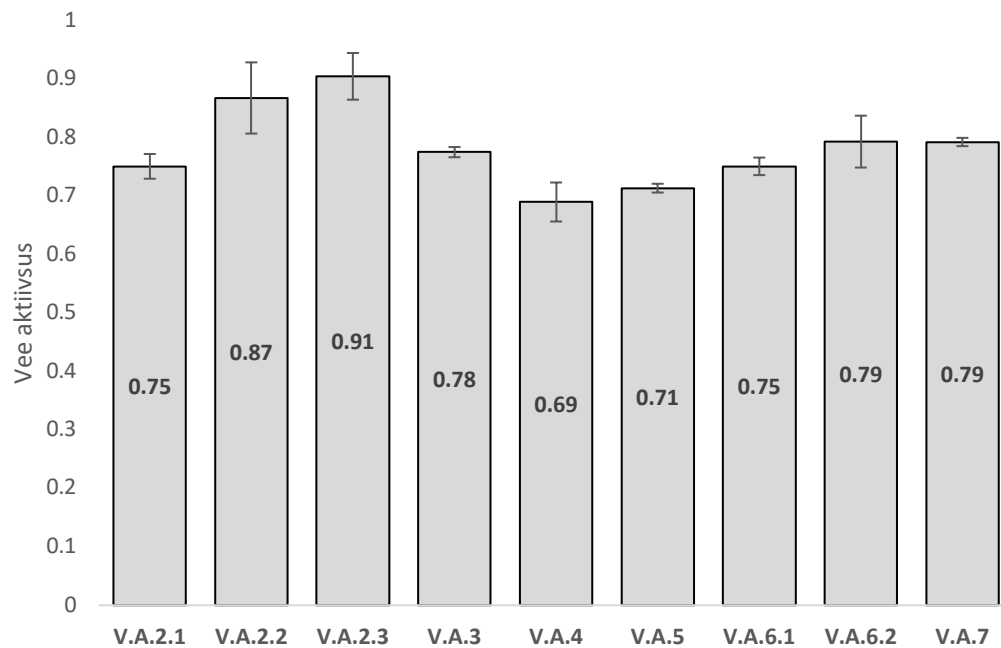
Joonisel 26 on näha, et sama temperatuuri ning ajaga erineb vee aktiivsus iga katsepartiiga, kuid mitte oluliselt. Kliimakapis valmistatud kuivatatud veiselihasnäki tulemused varieerusid vahemikus 0,61-0,81; keskmiseks tulemuseks saadi 0,73.



**Joonis 26.** Kliimakapis valmistatud katsepartiide keskmised vee aktiivsuse tulemused ( $\pm$  standardhälve)

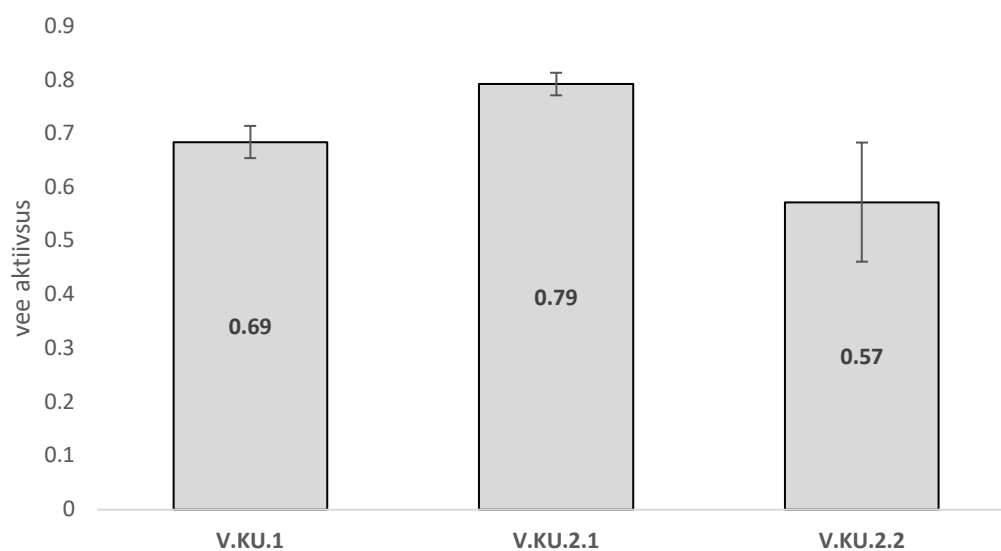
Alto-Shaam ahjus varieerusid tulemused vahemikus 0,68-0,91 ning keskmiseks tulemuseks saadi 0,78.

Joonisel 27 on toodud Alto-Shaam ahjus läbiviidud katsete keskmised tulemused ja standardhälbed.



**Joonis 27.** Alto-Shaam ahjus läbiviidud katsete keskmised vee aktiivsuse tulemused ( $\pm$  standardhälve)

Kuivati-dehüdraatoris läbiviidud katsetest saadi keskmiseks tulemuseks 0,68. Tulemused jäid vahemikku 0,49-0,80.



**Joonis 28.** Kuivati-dehüdraatoris läbiviidud katsete keskmised vee aktiivsuse tulemused ( $\pm$  standardhälve)

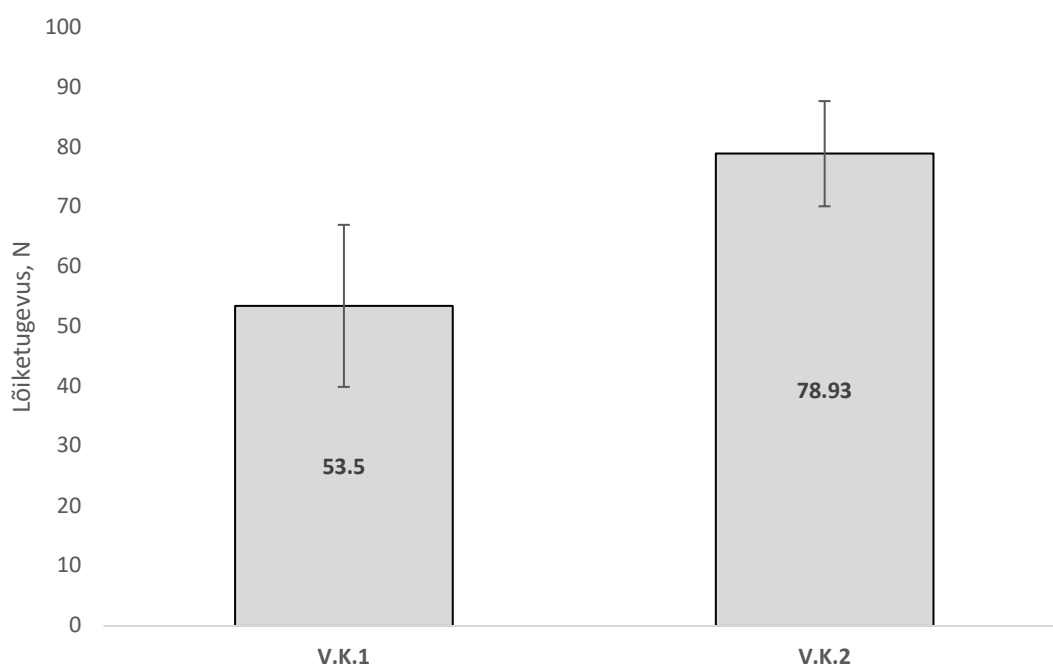
Poetoodete vee aktiivsuse tulemused jäid vahemikku 0,77-0,91, keskmiseks vee aktiivsuseks 0,85 (tabel 6). Antud magistritöö raames läbiviidud katsete tulemused on poe toodetega võrreldavad, kuid jäid mitmel korral pigem madalamateks.

**Tabel 6.** Poetoodete keskmised vee aktiivsuse tulemused

Toote nimetus	Vee aktiivsus
Rakvere	0,77
Beef Jerky	0,88
Arke	0,91
Traveler's Friend	0,86

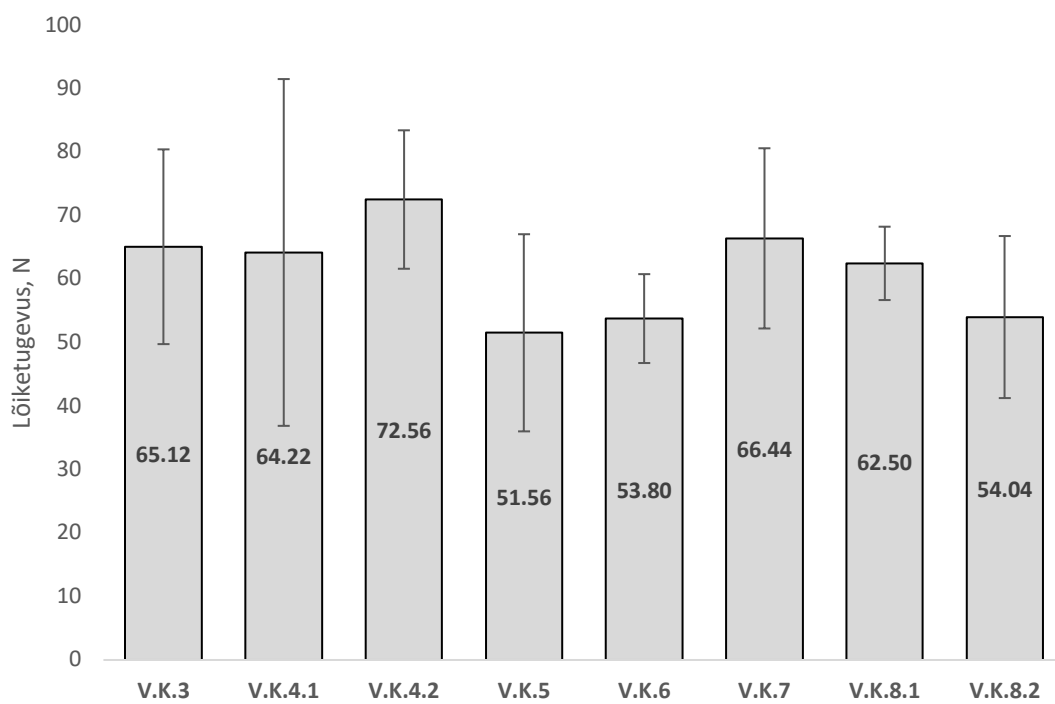
### 3.5 Lõiketugevuse tulemused

Liha tekstuuri ja õrnuse hindamiseks kasutati lõiketugevust. Läbi viidi 75 lõiketugevuse mõõtmist. Kliimakapis Memmert 60 °C juures 5 tundi kuivatatud veiselihasnäki katsematerjali keskmised tulemused on toodud joonisel 29. 60 °C juures 5 tundi valmistatud veiselihasnäkkide lõiketugevused varieerusid vastavalt 49,3-105,3 N. Keskmiseks tulemuseks saadi 66,2 N.



**Joonis 29.** Kliimakapis 60 °C 5 tundi kuivatatud veiselihasnäki lõiketugevuste katsete keskmised ( $\pm$  standardhälve)

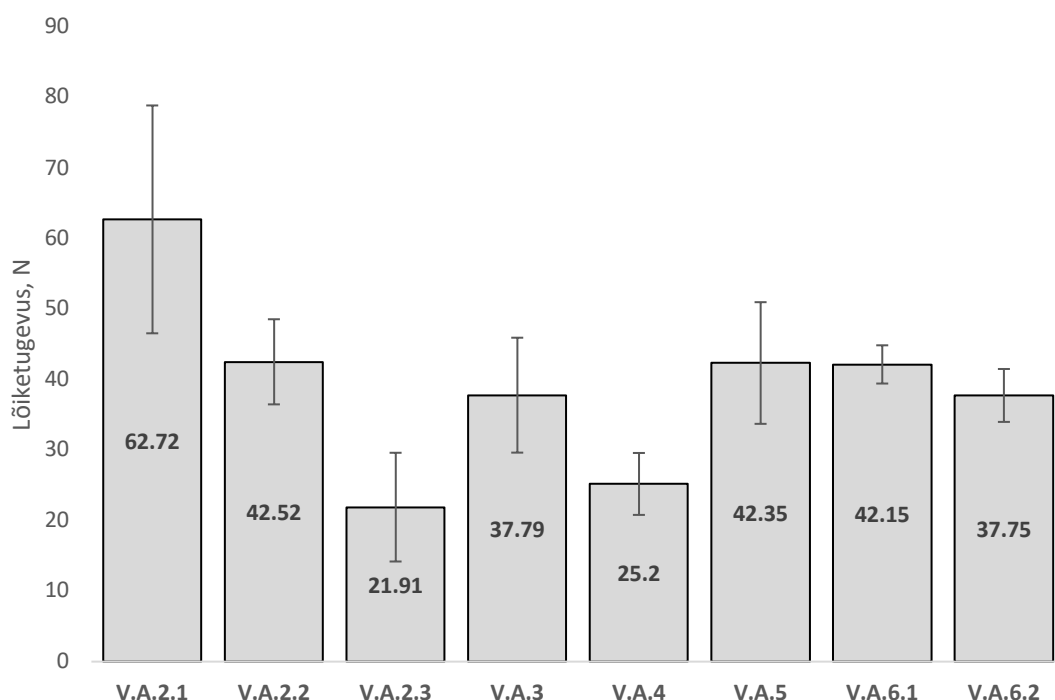
Kliimakapis 60 °C juures 4 tundi kuivatatud veiselihasnäki katsematerjali keskmised tulemused on toodud joonisel 30. 60 °C juures 4 tundi varieerusid lõiketugevused 37,5-95,7 N, kus keskmiseks tulemuseks saadi 61,3 N.



**Joonis 30.** Kliimakapis 60 °C, 4 tundi kuivatatud veiselihasnäki lõiketugevuste katsete keskmised ( $\pm$  standardhälve)

Kõige väiksem lõiketugevus saadi katsel V.K.5 (51,56 N) ning kõige suurem V.K.4.2 (72,56 N). Alto-Shaam ahjus tehtud kuivatatud veiselihasnäki katsete keskmistes tulemustes ei arvestatud katsega V.A.1, kuna see oli ainukene katse Alto-Shaam ahjus, kus kasutati teisi temperatuure peale 60 °C.

Lõiketugevused varieerusid katsete raames vahemikus 13,0-73,6 N keskmiseks tulemuseks saadi 39,0 N (joonis 31).

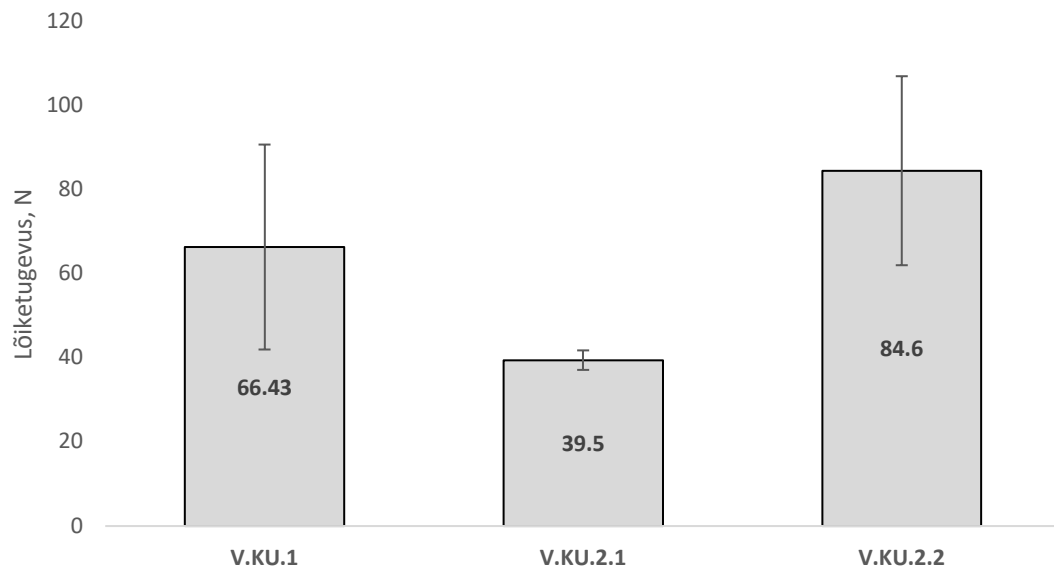


**Joonis 31.** Alto-Shaam ahjus 60 °C 4 tundi kuivatatud veiselihasnäki lõiketugevuste katsete keskmised ( $\pm$  standardhälve)

Kõige väiksem lõiketugevus saadi katsel V.A.2.3 (21,91 N) ning kõige suurem V.A.2.1 (62,72 N). Alto-Shaam ahjus läbiviidud lõiketugevuste tulemused on väiksemad kui näiteks kliimakapis valmistatud veiselihasnäkkide lõiketugevused. Selle põhjuseks võib jällegi olla see, et Alto-Shaam ahjus ei olnud võimalik kasutada ventilaatorit ning tooted jäid niiskemaks (esines ka mõneti suurem vee aktiivsus). Seetõttu on tootel ka väiksem lõiketugevus. Kliimakapis kuivas toode rohkem ning seega saadi ka suuremad lõiketugevuse tulemused.

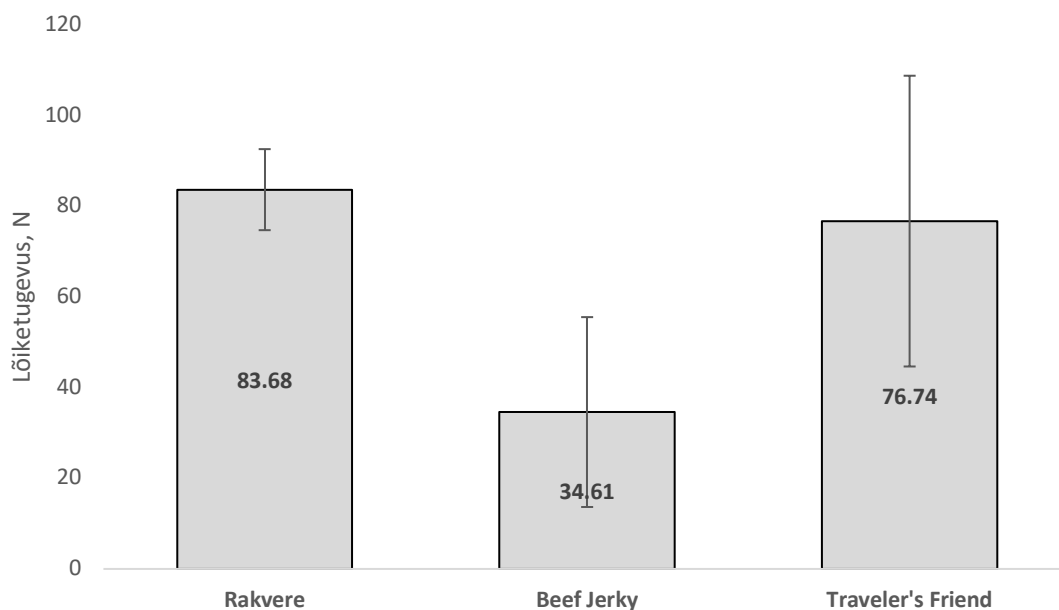
Kuivati-dehüdraatoris valmistatud veiselihasnäki tulemused varieerusid vahemikus 36,8-99,9 N, kus keskmiseks tulemuseks saadi 39,0 N. Kuivati-dehüdraatoris viidi läbi ainult 3 katset. Üheks põhjuseks oli fakt, et töös otsustasi kasutada tööstuslikumaid seadmeid. Teiseks oli antud seadme miinuseks see, et alumistel riilitel olevad tooted jäid kuivemad ning nii ei olnud võimalik saada ühtlast tulemust.

Kuivati-dehüdraatoris valmistatud kuivatatud veiselihasnäki keskmised lõiketugevuse tulemused on toodud joonisel 32.



**Joonis 32.** Kuivati-dehüdraatoris 60 °C 4 tundi kuivatatud veiselihasnäki lõiketugevuste katsete keskmised ( $\pm$  standardhälve)

Lõiketugevus viidi läbi ka poes müüdavate vinnutatud veiselihasnäkkidega. Keskmised tulemused on toodud joonisel 33.

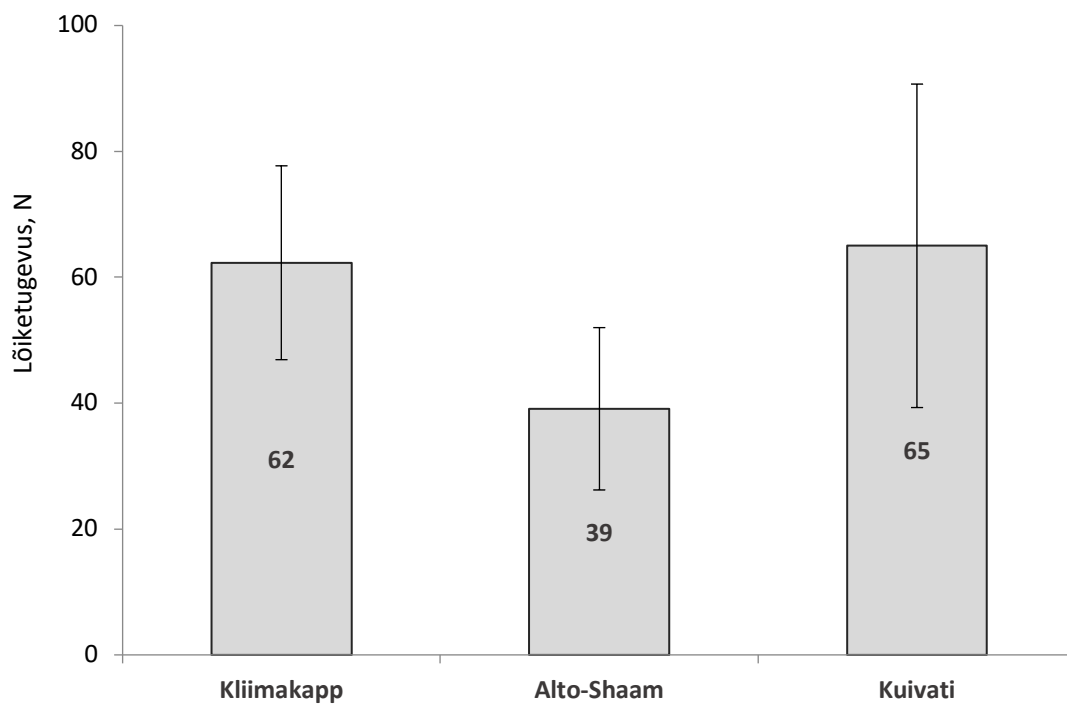


**Joonis 33.** Poes müüdavate toodete lõiketugevuste keskmised ( $\pm$  standardhälve)

Poes müüdavate toodete lõiketugevusi võib võrrelda kliimakapis läbiviidud katsetega. Kuna ka poetoodetes oli ühes pakendis väga erineva paksusega vinnutatud veiselihasnäki viile, oli lõiketugevust raske mõõta, kuna tulemused erinesid ka pakisiseselt väga suuresti.

Poetoodete lõiketugevuste keskmised varieerusid vahemikus 34,6-83,7 N, kus omakorda keskmiseks tulemuseks saadi 65,0 N.

Joonisel 34 on toodud ka keskmised lõiketugevused seadmete põhiselt, kus kõige suurem keskmine lõiketugevus saadi kuivati-dehüdraatoris ning kõige väiksem Alto-Shaam ahjus valmistatud katsepartiidel.



**Joonis 34.** Seadmete põhiselt keskmised lõiketugevused ( $\pm$  standardhälve)

Antud joonise põhjal võib öelda, et kuivati-dehüdraatoris saadi kõige kuivema tekstuuriga vinnutatud veiselihasnähkid. Seda võis põhjustada see, et liha oli erineva kõrgusega riiulitel ning katse tegemiseks sattusid just sellised lihaviilud, mis olid alumistel riiulitel. Kõige väiksem lõiketugevuse keskmine saadi Alto-Shaam ahjul ja nagu ka eespool mainitud, võib põhjuseks olla seadme ventilatsiooni puudumine, mis toodet rohkem kuivataks.



### 3.6 Niiskuse ja valgu suhe

Niiskuse ja valgu suhet sai leida nende katsepartiide põhjal, millel oli mõlemal tehtud nii niiskusesisalduse kui ka valgusisalduse määramine. Nende kahe tulemuse põhjal oli võimalik arvutada niiskuse ja valgu suhe (tabel 7).

**Tabel 7.** Veiselihasnäkkide niiskuse- ja valgusisalduse suhe

Katse nr	Niiskus, %	Valk, %	Suhe
V.K.4.2	23,7	66,3	0,36:1
V.K.6	22,1	55,4	0,40:1
V.K.7	25,3	58,4	0,43:1
V.A.4	21,5	52,9	0,41:1
V.A.5	31	58,4	0,53:1
V.KU.1	24,8	62,1	0,40:1
V.KU.2.1	14,8	69,96	0,21:1
V.KU.2.2	27,9	61,22	0,46:1

### 3.7 Mikrobioloogia analüüsi tulemused

Lisaks eelnevatele analüüsidele, viidi läbi ka mikrobioloogia analüüs Veterinaar- ja Toidulaboratooriumis, kus analüüsiti 16.04.2018 nii kliimakapis, kui ka Alto-Shaam ahjus valmistatud toodetel *Listeria monocytogenes*'t (arvuline määramine) kui ka *Salmonella* spp. (toiduainetes ja söötades).

Proovis nr 1 (Alto-Shaam) leiti *Listeria monocytogenes*'t  $<1,0 \cdot 10$  ning *Salmonella* spp ei leitud.

Proovis nr 2 (kliimakapp) leiti samuti *Listeria monocytogenes*'t  $<1,0 \cdot 10$  ning *Salmonella* spp ei leitud.

Tulemused võivad olla tingitud mitmel erineval põhjusel. Näiteks võis olla tooraine juba eelnevalt saastunud ning töös kasutatud temperatuuri ja aja kombinatsioon ei suutnud tooraines olevat *Listeria*'t hävitada.

**Tabel 8.** Vinnutatud veiselihasnäki temperatuuri, aja, väljatuleku, lõiketugevuse, vee aktiivsuse, valgu-, niiskuse- ja tuhasisalduse omavahelised seosed. Esitatud on hinnangute vahelised lineaarsed korrelatsioonikordajad; punased ruudud märgivad positiivseid ja sinised ruudud negatiivseid seoseid, mida intensiivsem on värv, seda tugevam on seos; statistiliselt olulised ( $p < 0,05$ ) seosed on märgitud tärniga.

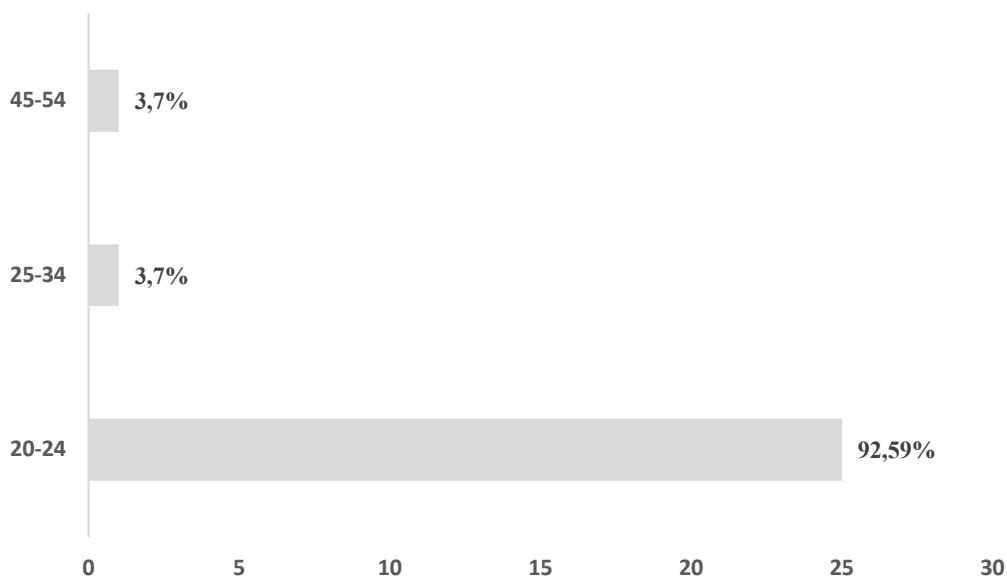
	Temp	Aeg	Väljatulek	Lõiketugevus	Vee aktiivsus	Valk	Niiskus	Tuhk
Temp	1							
Aeg	0,231	1						
Väljatulek	-0,001	-0,501*	1					
Lõiketugevus	-0,161	0,364	-0,555*	1				
Vee aktiivsus	-0,065	-0,119	0,160	-0,576*	1			
Valk	0,496*	0,442*	-0,518*	0,324	0,049	1		
Niiskus	-0,560*	0,041	0,263	0,361	-0,443*	-0,287	1	
Tuhk	-0,133	-0,567*	0,469*	-0,311	0,509*	-0,285	-0,016	1

\* statistiliselt olulised seosed ( $p < 0,05$ )

### 3.8 Sensorse analüüsi tulemused

Sensoorne hindamine viidi läbi Eesti Maaülikooli Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetooli töötajate ja tudengite seas. Sensorse analüüs toimus kahel erineval päeval: 09.04.2018 ja 11.04.2018. Veiselihasnäkkide sensorsest hindamisest võttis kokku osa 27 inimest. Hindamise läbiviimiseks oli ettevalmistatud protokoll (Lisa 1). Enne degusteerimist selgitati paneeli liikmetele, mida ja kuidas hinnatakse. Kokku hinnati 11 erinevat toodet, kus oli lisaks magistritöö käigus valmistatud katsetele lisatud ka poes müüdavaid erinevaid vinnutatud veiselihasnäkke, mida oli kokku 6. Nende lisamise mõte seisnes selles, et degusteerijad saaksid võrrelda eri tekstuure, värvuseid, maitseid ning lõhnu (teadmata, milline toode on poest ostetud ning milline antud töö raames valmistatud veiselihasnäkk). See aitas kaasa ka töö käigus valmistatud katsete seast leida parima.

77,7% vastanutest olid naised ning 22,2% mehed. Kõige rohkem oli vastajaid vanusegrupis 20-24 eluaastat, kes moodustasid kogu vastajatest 92,59% (joonis 35).



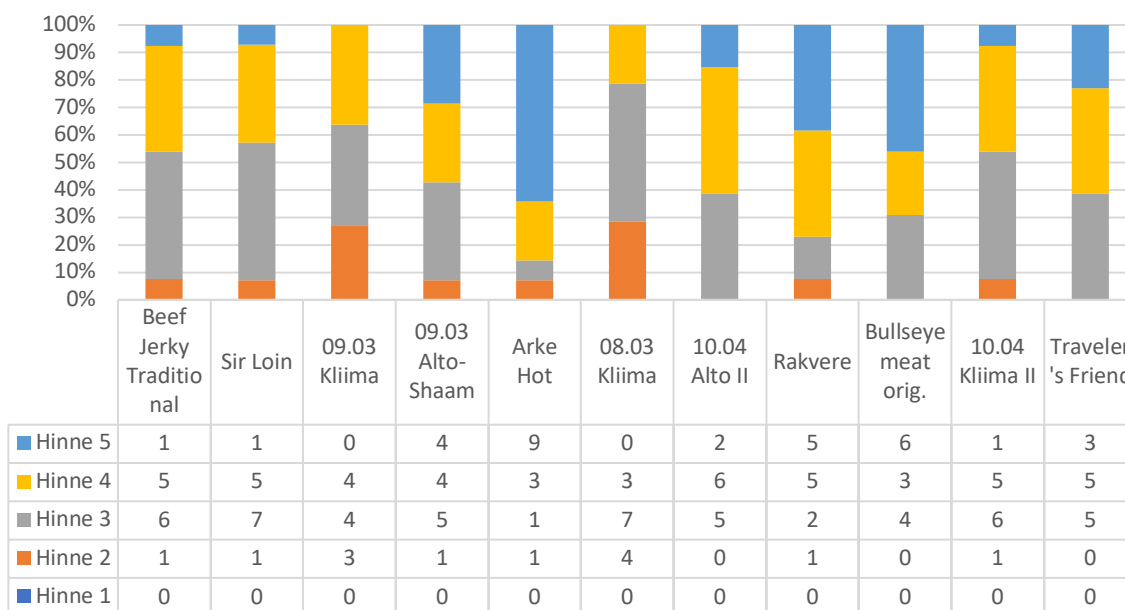
**Joonis 35.** Vinnutatud veiselihasnäki hindamisel osalenud inimeste jaotus vanusegruppide põhisel

### 3.8.1 Hinnang vinnutatud veiselihasnäki lõhnale

Hindajatel tuli 5-palli skaalal iseloomustada vinnutatud veiselihasnäki lõhna, kus:

1. Väga halb
2. Halb
3. Normaalne
4. Meeldiv
5. Väga meeldiv

Joonisel 36 on toodud toodete lõhna hindamise tulemused. Antud joonisel on 6 poe- toodet ning 5 antud töö raames valmistatud veiselihasnäkki. Kõige parema lõhnaga toode oli nende seast Arke lihatööstuse vinnutatud veiselihasnäkk ning kõige halvema lõhnaga hinnati 08.03.2018 kliimakapis valmistatud vinnutatud veiselihasnäkki. Töö raames läbi viidud katsetest meeldis hindajaile enim 09.03.2018 Alto-Shaam ahjus valmistatud vinnutatud veiselihasnäki lõhn.



**Joonis 36.** Vinnutatud veiselihasnäkkide lõhna hindamise tulemused

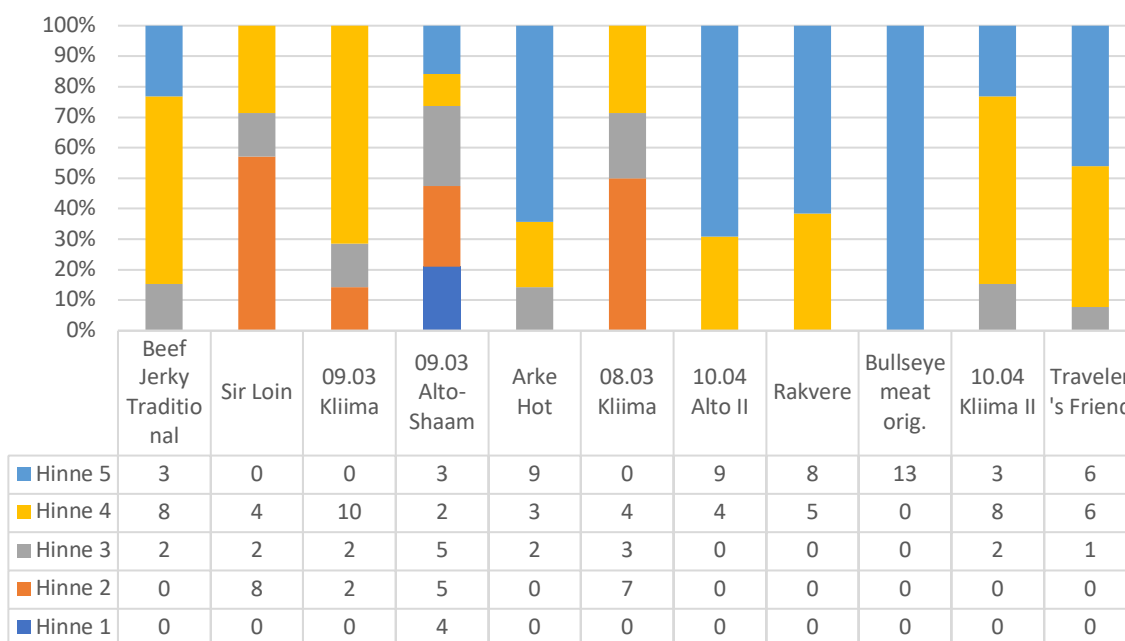
Poetoodete lõhn oli degusteerijaile parem ilmselt seetõttu, et poetoodetele lisatakse tihti ka erinevaid lõhnaaineid ning mõne toote valmistamisel on kasutatud märgmarinaadi, mis võib anda tootele intensiivsema lõhna kui kuivmarinaad.

### 3.8.2 Hinnang vinnutatud veiselihasnäki värvusele

Hindajatel tuli 5-palli skaalal iseloomustada vinnutatud veiselihasnäki värvust, kus:

1. Väga halb
2. Väikesed kõrvalekalded
3. Rahuldav
4. Hea
5. Väga ilus, iseloomulik vinnutatud lihale

Joonisel 37 on toodud vinnutatud veiselihasnäkkide värvuse hindamise tulemused.



**Joonis 37.** Vinnutatud veiselihasnäkkide värvuse hindamise tulemused

Kõige parema värvusega tooteks hinnati Bullseye meat original vinnutatud veiselihasnäkk ning kõige halvema värvusega hinnati 09.03.2018 Alto-Shaam ahjus valmistatud katsepartiit. Bullseye meat oli ainuke toode, mis ei saanud peale hinde “5” ühtegi teist hinnet.

Magistritöö raames läbi viidud katsetest hinnati parimaks 10.04.2018 Alto-Shaam ahjus valmistatud II katsepartii.

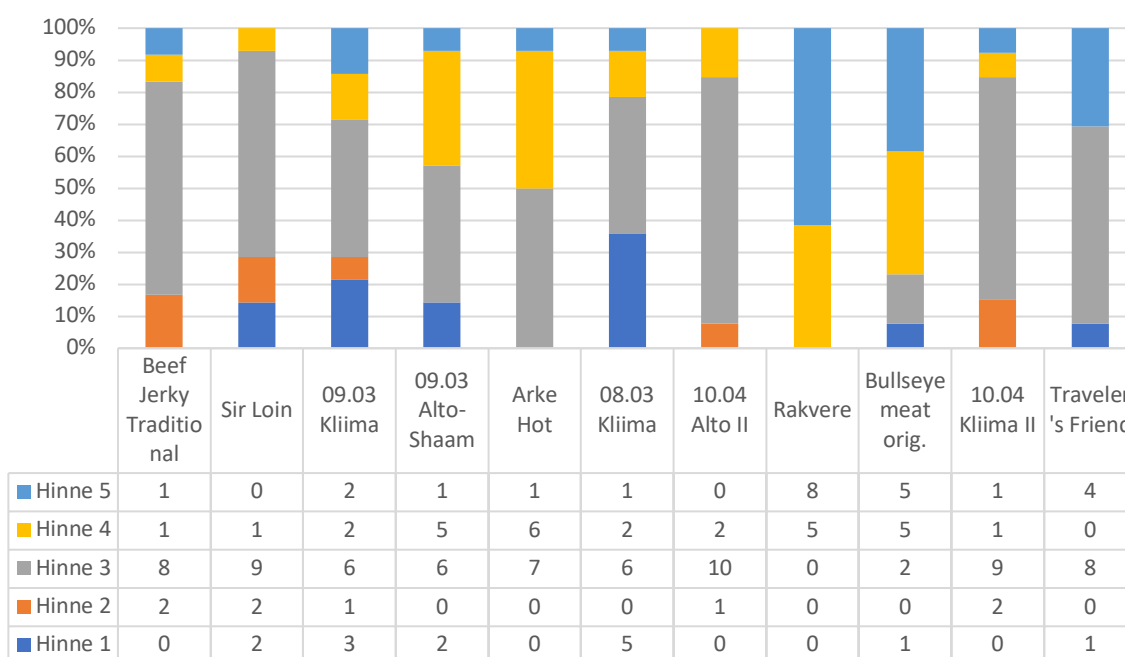
Kuna Alto-Shaam ahjus ei ole ventilaatorit, siis ei kuivanud toode niivõrd ära, kui kliimakapis ja ilmselt ka seetõttu hinnati Alto-Shaam ahjus valmistatud vinnutatud veiselihasnäkk parema värvusega, kui kliimakapis valmistatud veiselihasnähkid, kuna mida rohkem toode ahjus kuivam, seda tumedamaks tema värvus muutub.

### 3.8.3 Hinnang vinnutatud veiselihasnäki maitsele

Hindajatel tuli 5-palli skaalal iseloomustada vinnutatud veiselihasnäki maitset, kus:

1. Halb
2. Maitsetu
3. Maitsev
4. Väga maitsev
5. Suurepärase

Joonisel 38 on toodud vinnutatud veiselihasnäkkide maitse hindamise tulemused.



**Joonis 38.** Vinnutatud veiselihasnäkkide maitse hindamise tulemused

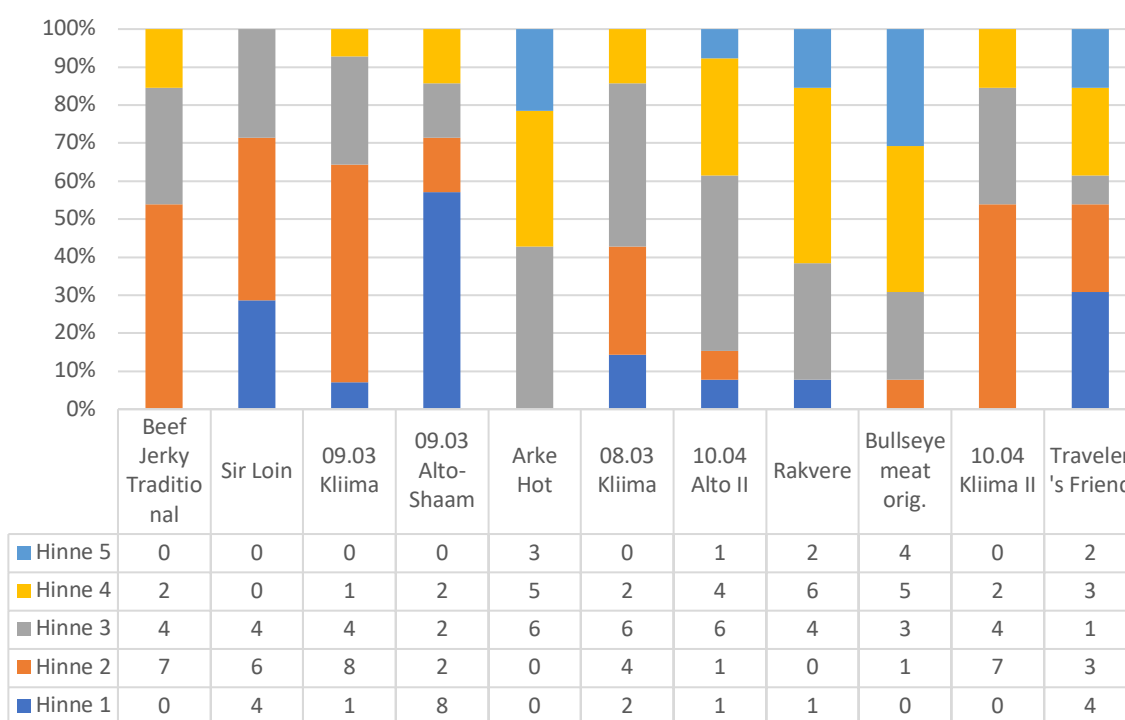
Kõige paremaks hinnati maitset Rakvere beef jerky ning töö raames läbi viidud katsetest anti enim hinnet “5” 09.03 kliimakapis valmistatud katsele.

### 3.8.4 Hinnang vinnutatud veiselihasnäki konsistentsile

Hindajatel tuli 5-palli skaalal iseloomustada vinnutatud veiselihasnäki konsistentsi, kus:

1. Liiga sitke, liiga kõva
2. Sitke (kõva)
3. Paras
4. Hea
5. Väga hea

Joonisel 39 on toodud 6 toote vinnutatud veiselihasnäkkide konsistentsi hindamise tulemused



**Joonis 39.** Vinnutatud veiselihasnäkkide konsistentsi hindamise tulemused

Antud toodete seast hinnati parima konsistentsiga tooteks Arke Hot, mis oli üpris pehme konsistentsiga võrreldes teiste toodetega. Töö käigus läbi viidud katsetest hinnati hindegga “5” ainukesena 10.04 Alto-Shaam ahjus valmistatud II katsepartiit. Tarbijad sooviksid, et toode

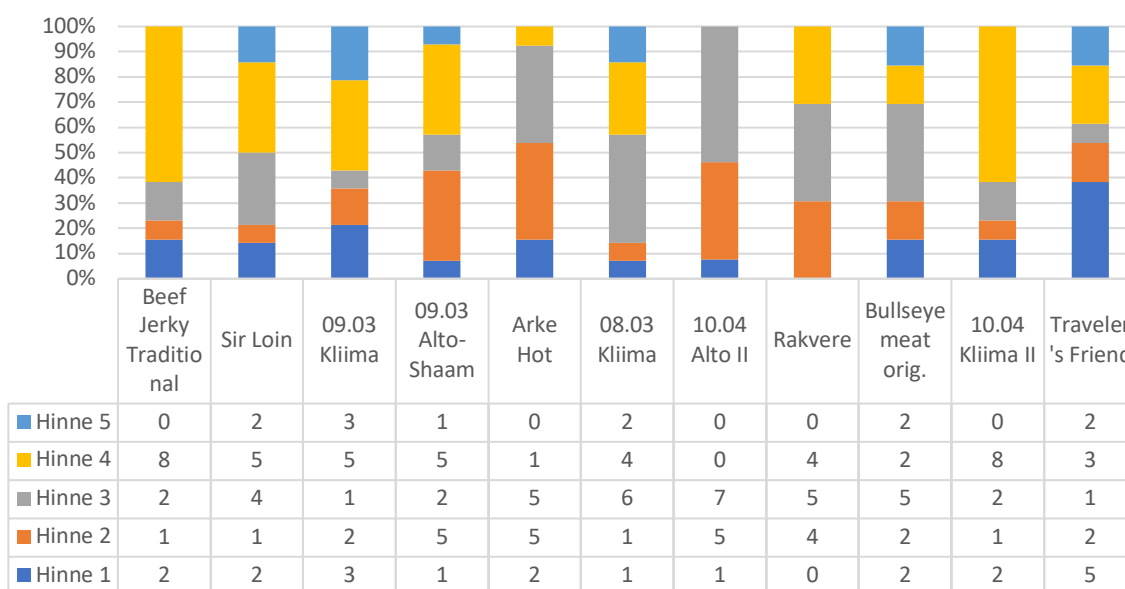
oleks küllaltki pehme, kuid töö käigus läbi viidud katsete puhul oleks sellise pehmusega tooted (nagu näiteks Arke) jätnud vee aktiivsuse liiga kõrgeks.

### 3.8.5 Hinnang vinnutatud veiselihasnäki veiseliha maitse tugevusele

Hindajatel tuli 5-palli skaalal iseloomustada vinnutatud veiseliha maitse tugevust, kus:

1. Ei tundnud üldse
2. Õrn, mahe
3. Paras
4. Tugev
5. Väga tugev

Joonisel 40 on toodud vinnutatud veiselihasnäkkide veiseliha maitse tugevuse hindamise tulemused.



**Joonis 40.** Vinnutatud veiselihasnäkkide hinnangu tulemused veiseliha maitse tugevusele

Kõige rohkem tunti veiseliha maitset tootes 09.03.2018 Alto-Shaam ahjus valmistatud katsepartiiis. Poetoodetest tunti kõige enam veiseliha maitset SirLoin tootes.

Poetoodetest tunti vähem veiselihamaitset, kuna poetoodete marinaades kasutatakse lihtsalt tugevama maitsega marinaade, mis varjutavad veiseliha maitset rohkem.



## JÄRELDUSED

Käesoleva magistritöö raames mõõdeti vinnutatud veiselihasnäkkidest ja ka poetoodetest niiskuse-, valgu- ja tuhasisaldust, vee aktiivsust ( $a_w$ ) ning lõiketugevust. Kuna enamus artiklid on keskendunud pigem vinnutatud liha mikrobioloogiale, on väga keeruline töös saadud tulemusi kirjanduses tooduga võrrelda. Käesolevas töös keskenduti tehnoloogia väljatöötamisele.

Väljatuleku ja töötlemisaja vahel on seos nõrk (tabel 8) ( $r = -0,501$ ), kuid siiski statistiliselt oluline ( $p < 0,05$ ), mis tähendab, et suurem väljatulek saavutatakse väiksema ajaga. Lõiketugevuse ja väljatuleku suhe on samuti nõrk ( $r = -0,555$ ), kuid statistiliselt oluline ( $p < 0,05$ ). Siin võib järeldada, et mida suurem on väljatulek, seda väiksem on lõiketugevus. Vee aktiivsuse ja lõiketugevuse vahel leiti nõrk seos ( $r = -0,576$ ), mis samuti on siiski statistiliselt oluline ( $p < 0,05$ ). Mida väiksem on vee aktiivsus, seda suurem on ka lõiketugevus. Valgusisalduse ja temperatuuri, aja ning väljatuleku suhtes leiti statistiliselt olulised seosed ( $p < 0,05$ ), kuid tulemused olid korrelatsiooni mõistes nõrgad.

Niiskusesisalduse ja temperatuuri ning vee aktiivsuse vahel leiti statistiliselt olulised seosed ( $p < 0,05$ ), kuid seosed olid nõrgad ( $r = -0,560$  ja  $r = -0,443$ ). Tuhasisalduse ning väljatuleku ( $r = 0,469$ ) ja vee aktiivsuse vahel on samuti nõrk seos ( $r = 0,509$ ), kuid tulemused on statistiliselt olulised ( $p < 0,05$ ).

Kliimakapis saadi keskmiseks valgusisalduseks 57,45%, Alto-Shaam ahjus 55,7%, kuivati-dehüdraatoris 64,4%. Choi *et al.* (2008) said valgusisalduseks katsel, kus sealiha ning veiseliha suhe oli 80/20, pritsitud lambasoolde 36,89% kollageenkestas 37,89%; tsellulooskestas 38,96%, mis tähendab, et magistritöö raames läbiviidud katsete valgusisaldused olid suuremad. 4 tunnil said Konieczny, Stangierski ja Kijowski (2007) valgusisalduseks 45,08% ning valgu ja niiskuse suhteks 0,83. Kõige parema sensoorse tulemuse said nad lihast, mis oli temperatuuridel  $55 \pm 2^\circ\text{C}$  kuivanud 5 tundi. Selle katse käigus saadi ka kõige suurem lõiketugevus. See näitab, et hindajaile meeldis toote juures näritavus. Ka niiskuse ja valgu suhe oli selleks ajaks 0,5, mis tähendab, et toodet võib säilitada toatemperatuuridel (toode on *shelf stable*).

Choi *et al.* (2008) said lambasooles vinnutatud liha tuhasisalduseks 5,03%; kollageenkestas 5,11% ning tsellulooskestas 5,34%. Magistriöös läbiviidud katsete keskmised tulemused olid kliimakapis 9,48%, Alto-Shaam ahjus 9,15%, kuivatis 7,53% ning poetoodel 7,16%, mis tähendab et töös läbiviidud katsete tulemustel oli suurem tuhasisaldus.

Niiskuse ja valgu suhteks saadi kliimakapis keskmiselt 0,39; Alto-Shaam ahjus 0,47 ning kuivatis 0,35. Choi *et al.* (2008) Niiskuse-valgu suhteks saadi samal katsel lambasooles 0,97; kollageenkestas 0,94 ning tsellulooskestas 0,89. See näitab, et magistrirühma raames ei saavutatud niiskuse ja valgu suhtes õiget vahemiku.

Vee aktiivsuse ( $a_w$ ) keskmisteks tulemusteks saadi kliimakapis 0,73, Alto-Shaam ahjus 0,78, kuivati-dehüdraatoris 0,68 ning poetoodel 0,83. Sindelar, J.J. *et al.* (2010) uurimuses jäi vinnutatud veiselihasnäki vee aktiivsus vahemiku 0,82-0,86. Yang, H-S. *et al.* (2009) uurimuses saadi veise vee aktiivsuse vahemikuks 0,79-0,83. Seega võib antud juhul öelda, et töö käigus läbiviidud katsete tulemused vee aktiivsuse kohalt jäid õigesse vahemiku. Calicioglu *et al.* (2003) tulemustest selgus, et kasutades temperatuuri 60 °C, saavutati 4 tunni pärast vee aktiivsuseks 0,829, 7 tunni pärast 0,806 ning 10 tunni pärast 0,663. 15 päeva pärast mõõdeti tootel uuesti vee aktiivsust ning tulemuseks saagi 0,664, 30 päeva pärast 0,649 ning 60 päeva pärast 0,652. Choi *et al.* (2008) said vee aktiivsuseks 0,85 lambasooles, kollageen kesta 0,87 ning tselluloos kesta 0,83. Pärast 8 tundi kuivatamist said Lim *et al.* (2014) vee aktiivsuse tulemuseks 0,75-0,77 (temperatuur 70 °C).

Lõiketugevuse keskmisteks tulemusteks saadi kliimakapis 61,33 N, Alto-Shaam ahjus 39,05 N, kuivati-dehüdraatoris 63,51 N ning poetoodel 65,01 N. Yang, H-S. *et al.* (2009) mõõtsid enda tulemustes esimesel päeval lõiketugevuseks  $65,6 \pm 4,7$  N. Sindelar, J.J. *et al.* (2010) uurimuses selgus, et vinnutatud veiselihasnäki lõiketugevus jäi vahemiku 72,62-92,02 N. Siinkohal saab öelda, et töö raames läbiviidud katsete lõiketugevuse tulemused jäid väiksemasse vahemiku, kui kirjanduses toodud tulemused.

Scheinberg, Svoboda ja Cutter'i (2014) tulemustest selgus, et kui kasta liha keevasse vette vähemalt 20-30 sekundit, vähendab see erinevate patogeenide nagu *Salomella* spp., *E. coli* O157:H6, *L. monocytogenes* ja *S. aureuse* arvu tootes, kuid sellega seoses saadakse ka vee aktiivsus pärast kuivatamist 0,57-0,65, mis on *jerky* jaoks juba liiga madal. Soovitav *jerky*

vee aktiivsus on  $\leq 0,85$ , kui toode pakendatakse hapnikukeskkonda ning  $\leq 0,91$  kui soovitakse pakendada vaakumpakendisse.

## KOKKUVÕTE

Tarbijad tahavad üha kvaliteetsemat liha ning on nõus selle eest maksma ka kõrgemat hinda. Otsitakse üha rohkem alternatiive erinevatele snäkkidele, mis oleksid kalorivaesed, kuid samas täidaksid kõhtu ning oleksid heaks vahepalaks. Vinnutatud liha on valgurohke vahepala, mida on võimalik valmistada erinevate loomade lihast, erinevate maitsetega. Küll aga tuleb silmas pidada, et vinnutatud liha valmistamisel oleks liha taine saavutamaks kvaliteetne lõpptoode.

Antud töö eesmärgiks oli tutvuda vinnutatud liha ja selle ajaloo, uurida erinevaid vinnutatud lihasnäkkide valmistamismeetodeid ning töötada välja veiselihasnäki tehnoloogia kasutades Eesti Maaülikooli Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia lihalaboris olevaid seadmeid.

Käesolevas magistritöös viidi läbi erinevaid katseid töötamaks välja vinnutatud veiselihasnäki tehnoloogia. Keskenduti tööstuslikematele seadmetele (kliimakapp Memmert ICH 110 ja Alto-Shaam ahi) ning kasutati temperatuuri ja aja kombinatsiooni 60°C 4 tundi. Katses kasutati kahest erinevast lihatööstusest pärit veiserümba sisetükke, millest lõigati sobivad, mitte paksemad kui 0,5 mm ribad ning marineeriti 24 h kuivmarinaadiga, mis sisaldas roosat himaalajasoola ning tsillimaitseainet. Valmistoodetest analüüsiti lõiketugevust, vee aktiivsust, valgu- ning tuhasisaldust ja niiskusesisaldust. Lisaks viidi ühe prooviga läbi ka mikrobioloogilised analüüsid. Teostati sensoorne hindamine, mille eesmärgiks oli leida, millist vinnutatud veiselihasnäkki tarbijad kõige meelsamini eelistaksid. Sensoorne hindamise käigus degusteeriti nii magistritöö raames valmistatud vinnutatud veiselihasnäkke kui ka poes müüdavaid veiselihasnäkke.

Tulemustest selgus, et enamus katsetel saavutati keskmiseks vee aktiivsuseks sobiv vahemik, milleks on 0,70-0,85. Vinnutatud liha valmistamisel ongi üheks oluliseimaks näitajaks vee aktiivsus, kuna õige vahemik ei lase mikroorganismidel tegutseda. Lõiketugevuselt jäid valmistatud katsed liiga kõvadeks (nagu selgus sensoorsel hindamisel läbiviidud küsimustikust) võrreldes poetoodetega, mis tähendab, et antud temperatuuri ja aja kombinatsioon ei sobinud saamaks lõpptooteks tarbijaile sobiva konsistentsiga toodet. Järelduseks võib siin tuua ka selle, et poes müüdavad tooted olid paksemad kui 0,5 cm ning

antud töö raames läbiviidud katsetes jäid paksused alla 0,5 cm. Küll aga olid kõik ülejäänud katsed, millega viidi läbi valgusisalduse analüüs, kõrge valgusisaldusega ning neid võib võrrelda poes müüdavate toodete valgusisaldustega ja isegi ületada neid.

Sensoorses hindamises osalesid Eesti Maaülikooli tudengid ja õppejõud, kes andsid hindeid 1-5 punktini. Ükski toode (kaasa arvatud poe tooted) ei saanud keskmiseks hindeks 5. Siin võib järelduseks tuua, kas degusteerijatele ei meeldi väga vinnutatud liha või ei olnud tõepoolest ükski toode hinde 5 vääriline. Antud töö raames läbiviidud katseid hinnati keskmiselt hindegaga 3, mis näitab, et antud tootega oleks veel vaja kõvasti vaeva näha. Hindajad tõid välja, et toode oli vintske ning võiks olla vähem soolasem.

Kuna vinnutatud liha on viimastel aastatel muutunud üha populaarsemaks vahepalaks, tuleks valmistamise tehnoloogiat veel täpsemalt ning põhjalikumalt uurida. Eriti oluline oleks keskenduda edaspidiselt ka mikrobioloogiale.

Kokkuvõtteks võib öelda, et valitud seadmetega on võimalik valmistada vinnutatud veiselihasnäkki, kuid katsetada tuleks ka teiste temperatuuri ja aja kombinatsioonidega.

Ettepanekud:

- Uurida täiendavalt erinevaid tehnoloogiaid ning seadmeid, millega oleks vinnutatud liha kõige parem valmistada;
- Uurida mikrobioloogiat ning leida moodus, millistel parameetritel ja millise tehnoloogiaga oleks võimalik valmistada tarbijatele ohutu toode;
- Teostada võrdluskatsed seoses kuiv- ja märgmarinaadide kasutamisega ning määrata erinevaid füüsikalisi-keemilisi parameetreid;

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Aaslyng, M.D., Bejerholm, C., Erthbjerg, P., Bertram, H.C., Andersen, H.J.** (2003). Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. – *Food Quality and Preference*, Vol. 14, No. 4, pp. 277–288.
- Banout, J., Kucerova, I., Marek, S.** (2012). Using a double-pass solar drier for jerky drying. – *Energy Procedia*. Vol 30, p 738-744
- Calicioglu, M., Sofos, J.N., Samelis, J., Kendall, P.A., Smith, G.C.** (2003). Effect of acid adaptation on inactivation of *Salmonella* during drying and storage of beef jerky treated with marinades. – *International Journal of Food Microbiology*. Vol 89, pp 51-65
- Calkins, C.R., Hodgen, J.M.** (2007). A fresh look at meat flavor. - *Meat Science*, Vol 77, pp 63-80
- Calkins, C.R., Sullivan, G.** (2007). Raking of beef muscles to tenderness. – *National Cattlemen's beef association*.
- Choi, J-H., Jeong, J-Y., Han, D-J., Choi, Y-S., Kim, H-Y., Lee, M-A., Lee, E-S., Paik, H-D., Kim, C-J.** (2007). Effects of pork/beef levels and various casings on quality properties of semi-dried jerky. – *Meat Science*. Vol 80, p 278-286
- Dreyersdorff, S.** (2002). Toiduainete sensoorse analüüsi alused. Tartu: Eesti Põllumajandusülikool. 149 lk
- Faith, N.G., Le Coutour, N.S., Alvarenga, M.B., Calicioglu, M., Buege, D.R., Luchansky, J.B.** (1998). Viability of *Escherichia coli* O157:H7 in ground and formed beef jerky prepared at levels of 5 and 20% fat and dried at 52, 57, 63, or 68 °C in a home-style dehydrator. – *International Journal of Food Microbiology*. Vol 41, p 213-221
- Fang, T.J., and Lin, L-W.** 1994. Growth of *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas fragi* on cooked pork in modified atmosphere packaging/nisin combination system. *Journal of Food Protection*, 57, 479-485.
- Feiner, G.** (2006). Meat composition and additives: The protein and fat content of meat. – *Meat products handbook: Practical Science and Technology*, pp. 3–45.
- FSIS. Compliance Guideline for Meat and Poultry Jerky Produced by Small and Very Small Establishments. Compliance Guideline. 2014. [veebileht]  
[https://meathaccp.wisc.edu/doc\\_support/asset/Compliance-Guideline-Jerky-2014.pdf](https://meathaccp.wisc.edu/doc_support/asset/Compliance-Guideline-Jerky-2014.pdf)  
(18.03.2018)
- Harrison, J.A., Harrison, M.A.** (1996). Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella typhimurium* during Preparation and Storage of Beef Jerky. – *Journal of Food Protection*. Vol 59, No 12, p 1336-1338

History of Jerky [veebileht] <https://www.jerky.com/pages/history-of-jerky> (12.03.2018)

**James, C.** (2002). New developments in the chilling and freezing of meat. – A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science and Technology. Meat processing. pp 297-310

**Juneja, V.K., Valenzuela-Melendres, M., Heperkan, D., Bautista, D., Anderson, D., Hwang, C-A., Peña-Ramos, A., Camou, J.P., Torrentera-Olivera, N.** (2016). Development of a predictive model for *Salmonella* spp. Reduction in meat jerky product with temperature, potassium sorbate, pH, and water activity as controlling factors. – *International Journal of Food Microbiology*. Vol 236, p 1-8

**Kallemets, K., Visk, R.** (1999). Sinkide tootmise käsiraamat. Tartu: Vali press. 119 lk.

Karjamõisa Lihatoöstus. Vinnutatud veiseliha [veebileht] <http://karjamoisa.ee/toode/vinnutatud-veiseliha/> (12.03.2018)

Karni Lihatoöstus. Beef Ground Jerky Original. [veebileht] <http://www.karni.ee/toode/beef-ground-jerky-original/> (12.03.2018)

**Kikas, H., Antson, A., Joosu, E., Kiivit, E., Koger, E., Pärn, K., Vetka, V.** (2012). Liha ja lihatooted. – Kaubandusalaane toidukaupade õpik. Tartu: SA INNOVE. lk. 143–153.

**Kim, H-J., Chun, H-H., Song, H-J., Song, K-B.** (2010). Effects of electron beam irradiation on te microbial growth and quality of beef jerky during storage. – *Radiation Physics and Chemistry*. Vol 79, p 1165-1168

**Kim, H-J., Kang, M., Yong, H-I., Bae, Y.S., Jung, S., Jo, C.** (2013). Synergistic effects of Electron-beam Irradiation and Leek Extract on the Quality of Pork Jerky during Ambient Storage. – *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol 26, No 4, p 596-602

**Konieczny, P., Stangierski, J., Kijowski, J.** (2007). Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky. – *Meat Science*. Vol 76, p 253-257

**Lawrie, R.A. & Ledward, D.A.** (2006). Lawrie's meat science. 7th ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd. & CRC Press LLC.

**Lim, H.J., Kim, G.D., Jung, E.Y., Seo, H.W., Joo, S.T., Jin, S.K., Yang, H.S.** (2014). Effect of Curing Time on the Physicochemical and Sensory Properties of Beef jerky Replaced Salt with Soy Sauce, Red Pepper Paste and Soybean Paste. – *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol 8, p 1174-1180

**Linkswiler, H.M.** (1982). Importance of Animal Protein in Human Nutrition. – Animal Products in Human Nutrition. pp. 263–273 [veebileht] [https://books.google.ee/books?id=0o1oAote\\_XkC&pg=PA263&lpg=PA263&dq=Animal+Products+in+Human+Nutrition+linkswiler&source=bl&ots=RmFS3Zg1OT&sig=setll\\_FPmSUqgC46HMPL3vGvnOY&hl=et&sa=X&ved=0ahUKEwipj\\_XFrJTbAhUmGZoKHTNuAfQQ6AEIVDAJ#v=onepage&q=Animal%20Products%20in%20Human%20Nutrition%20linkswiler&f=false](https://books.google.ee/books?id=0o1oAote_XkC&pg=PA263&lpg=PA263&dq=Animal+Products+in+Human+Nutrition+linkswiler&source=bl&ots=RmFS3Zg1OT&sig=setll_FPmSUqgC46HMPL3vGvnOY&hl=et&sa=X&ved=0ahUKEwipj_XFrJTbAhUmGZoKHTNuAfQQ6AEIVDAJ#v=onepage&q=Animal%20Products%20in%20Human%20Nutrition%20linkswiler&f=false) (12.03.2018)

Linnamäe Lihatoöstus. Wild Beed Jerky. [veebileht] <http://www.linnamae.eu/> (27.04.2018)

- Listeria monocytogenes* toidupatogeenina. Mati Roasto PhD. [veebileht]  
<http://www.listeriamonocytogenes.edicypages.com/en> (01.05.2018)
- Lonergan, E. H., Lonergan, M. S.** (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. – *Meat science*. Vol. 71, pp 194–204
- Love, J.D., Pearson, A.M.** (1971). Lipid oxidation in meat and meat products: A review. – *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 48, No. 10, pp. 547–549
- Luciano, F.B., Anton, A.A., Rosa, C.F.** (2007). Biochemical aspects of meat tenderness: a brief review. *Arch. Zootechnia*, Vol. 56, pp. 1–8
- Needham, T., Hoffmanm L.C.** (2015). Physical meat quality and chemical composition of the Longissimus thoracis of entire and immunocastrated pigs fed varying dietary protein levels with and without ractopamine hydrochloride. – *Meat Science*. Vol. 110, pp. 101–108.
- Nowak, D.** (2011). Enzymes in tenderization of meat: The system of calpains and other systems – a review. – *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, Vol. 61, No. 4, pp. 231–237
- Ojha, K.S., Granato, D., Rajuria, G., Barba, F.J., Kerry, J.P., Tiwari, B.K.** (2017). – Application of chemometrics to assess the influence of ultrasound frequency, *Lactobacillus sakei* culture and drying on beef jerky manufacture: Impact on amino acid profile, organic acids, texture and colour. – *Food Chemistry*, p 544-550
- Ojha, K.S., Harrison, S.M., Brunton, N.P., Kerry, J.P., Tiwari, B.K.** (2016). Statistical approaches to Access the effect of *Lactobacillus sakei* culture and ultrasound frequency on fatty acid profile of beef jerky. – *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol 57, p 1-7
- Ojha K.S., Kerry, J.P., Tiwari, B.K.** (2016). Investigating the influence of ultrasound pre-treatment on drying kinetics and moisture migration measurement in *Lactobacillus sakei* cultured and uncultured beef jerky.
- Okrouhla, M., Stupka, R., Citek, J., Šprysl, M., Trnka, M., Kluzakova, E.** (2009). Effect of lean meat proportion on the chemical composition of pork. Vol. 26, No. 6:464–469.
- Olsson, V. & Pickova, J.** (2005). The influence of production systems on meat quality, with emphasis on pork. *Ambio* 34: 338–343.
- Poikalainen, V., Tatar, V., Laikoja, K., Traksmäa, A., Laos, K., Lepasalu, L., Soidla, R., Andreson H., Veri, K., Mahla, T.** (2017). Toiduainete tehnoloogia – Kõrgkooliõpik  
 Prisma peremarket. Veiseliha Biltong. [veebileht] <https://www.prismamarket.ee/entry/19288/veiseliha-biltong-50-g/4744299010017> (12.03.2018)
- Põldvere, A., Tänavots, A.** (2012<sup>a</sup>). Sigade rümba ja liha kvaliteet. – Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut [veebileht]  
[http://www.eau.ee/~alo/liha/sealiha/?Sear%C3%BCmba\\_kvaliteedin%C3%A4itajad/R%C3%BCmba\\_h%C3%BCgieen](http://www.eau.ee/~alo/liha/sealiha/?Sear%C3%BCmba_kvaliteedin%C3%A4itajad/R%C3%BCmba_h%C3%BCgieen) (03.03.2018).
- Põldvere, A., Tänavots, A.** (2012<sup>b</sup>). Liha kvaliteet. – Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut [veebileht] <http://www.eau.ee/~alo/liha/kvaliteet/> (03.03.2018).



- Põldvere, A., Tänavots, A.** (2012<sup>c</sup>). Liha kvaliteedi määramine. – Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut [veebileht] [http://www.eau.ee/~alo/liha/maaramine/?Liha\\_kvaliteedi\\_m%C3%A4%C3%A4ramine](http://www.eau.ee/~alo/liha/maaramine/?Liha_kvaliteedi_m%C3%A4%C3%A4ramine) (19.03.2018).
- Põldvere, A., Tänavots, A.** (2012<sup>d</sup>). Liha kvaliteedi määramine. Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut [veebileht] [http://www.eau.ee/~alo/liha/maaramine/?Liha\\_kvaliteedi\\_m%C3%A4%C3%A4ramine](http://www.eau.ee/~alo/liha/maaramine/?Liha_kvaliteedi_m%C3%A4%C3%A4ramine)
- Quevedo, R., Valencia, E., Cuevas, G., Ronceros, B., Pedreschi, F., Bastías J.M.** (2013). Color changes in the surface of fresh cut meat: A fractal kinetic application. *Food Research International* 54, pp. 1430–1436.
- Rakvere lihatööstus. Traditional Beef Jerky Snack. [veebileht] <https://www.rakverelk.ee/toode/snakk-traditional-beef-jerky/> (12.03.2018)
- Razminowicz, R.H., Kreuzer, M., Scheeder, M.R.L.** (2005). Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. – *Meat Science*. Vol 73, pp 351-361
- Rei, M.** 2004. Lihatehnoloogia teaduslikud alused. Tartu
- Roasto, M.** 2015. (s.a). Toidupatogeenide ja toidumikrobioloogia algkursus. – Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut [veebileht] <http://toidumikrobioloogiaalgkursus.weebly.com/vee-aktiivsus.html> (02.03.2015).
- Roasto, M., Tamme, T ja Juhkam K.** Toiduhügieen ja ohutus. Teine, parandatud ja täiendatud trükk. Tartu: Eesti Maaülikool, 2006. 151 lk.
- Sant, L.L., Hampton, C., McCurdy, S.M.** (2012). Making Jerky at Home Safely. – *A pacific Northwest extension publication*. Idaho: University of Idaho, Oregon State University
- Selver. Vinnutatud veiseliha Classic Beef Jerky. [veebileht] <https://www.selver.ee/vinnutatud-veiseliha-classic-beef-jerky-50-g> (12.03.2018)
- Silva, J. A., Patarata, L., Martins, C.** (1999). Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science* 52, pp. 453 – 459.
- SirLoin. Vinnukas traditsioonitruu. [veebileht] <http://sirloin.ee/toode/vinnukas-traditsioonitruu/> (12.03.2018)
- Scheinberg, J.A., Svoboda, A.L., Cutter, C.N.** (2013). High-pressure processing and boiling water treatments for reducing *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* 0157:H7, *Salmonella* spp., and *Staphylococcus aureus* during beef jerky processing. – *Food Control*.
- Sindelar, J.J., Terns, M.J., Meyn, E., Boles, J.A.** (2010). Development of a method to manufacture uncured, no-nitrate/nitrite-added whole muscle jerky. – *Meat Science*. Vol 86, p 298-303
- Soidla, R., Elias, P., Mahla, T.** (2004). Toiduainete konserveerimise ja säilitamise alused. Tartu: Halo Kirjastus. 259 lk.
- Tamm, T.** (2013). Lihaveiste liha kvaliteet. (Magistritöö). Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakond. Tartu.

**Tedersoo, E.** (2010). Toidu sensoorne analüüs II. Tallinn: TTÜ kirjastus. 84 lk.

Terviseamet. Salmonelloos. [veebileht]  
<https://www.terviseamet.ee/fileadmin/dok/Nakkushaigused/nakkused/salmonelloos.pdf>  
(18.03.2018)

The University of Georgia. Preserving Food: Preparing Safer Jerky [veebileht]  
[https://nchfp.uga.edu/publications/uga/prep\\_safe\\_jerky.pdf](https://nchfp.uga.edu/publications/uga/prep_safe_jerky.pdf) (12.03.2018)

The University of Wisconsin Madison. Critical Limit Summary for Shelf Stability of Beef Jerky and Related Products. [veebileht]  
<https://meathaccp.wisc.edu/validation/assets/CL%20Jerky%20Staph%20&%20LM.pdf>  
(22.03.2018)

**Toldrá F.** (2010). Handbook of Meat Processing, pp. 6.

**Tomovic, V., Jekanovic, M., Sojic, B., Skaljic, S., Tasic, T., Ikonc, P.** (2015). Minerals in pork meat and edible offal. – International 58th Meat Industry Conference “Meat Safety and Quality: Where it goes?”. – Procedia food science. Vol. 5, pp. 293–295.

Traveler’s Friend, Beef Jerky biltong. [veebileht] <http://travelersfriend.eu/> (01.04.2018)

**Tänavots, A., Põldvere, A., Soidla, R., Lepasalu, L., Žurbenko, S.** (2011). Sigade rümba- ja lihakvaliteeti mõjutavad tegurid. Kuldi tõu, sigade soo ja pH mõju liha kvaliteedinäitajatele. – Agraarteadus: Journal of agricultural science. pp. 53–61.

United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service. Jerky and Food Safety. [veebileht] [https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/32da4779-ba5e-4d7b-ad5a-2ad8a13aad1e/Jerky\\_and\\_Food\\_Safety.pdf?MOD=AJPERES](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/32da4779-ba5e-4d7b-ad5a-2ad8a13aad1e/Jerky_and_Food_Safety.pdf?MOD=AJPERES) (12.03.2018)

Updated Compliance Guideline. Quick Guide on Processing Jerky and Compliance Guideline for Meat and Poultry Jerky produced by Small and very Small Plants. April 2007. [veebileht] [http://www.haccpalliance.org/sub/food-safety/compliance\\_guideline\\_jerky.pdf](http://www.haccpalliance.org/sub/food-safety/compliance_guideline_jerky.pdf) (12.03.2018)

**Wenther, J.B.** (s.a.). Basics of Meat Science [veebileht] <http://www.nassaufoods.com/index.php?content=basicsofmeatscience> (23.02.2015).

**Zukál, E., Incze, K.** (2010). Handbook of Meat Processing. Chapter 11. p 219-229

**Zymantiene, J., Jukna, V., Jukna, C., Zelvyte, R., Oberauskas, V.** (2008). Comparison of meat quality characteristics between commercial pigs and snails – Polish journal of food and nutrition sciences. Vol. 58, No.1, pp. 23–26.

**Yang, H-S., Hwang, Y-H., Joo, S-T., Park, G-B.** (2009). The physicochemical and microbiological characteristics of pork jerky in comparison to beef jerky. – *Meat Science*. Vol 82, p 289-294

**Yong, H.I., Lee, H., Park, S., Park, J., Choe, W., Jung, S., Jo, C.** (2016). Flexible thin-layer plasma inactivation of bacteria and mold survival in beef jerky packaging and its effects on the meat’s physicochemical properties. – *Meat Science*. Vol 123, p 151-156

**Yoon, Y., Calicioglu, M., Kendall, P.A., Smith, G.C., Sofos, J.N.** (2004). Influence of inoculum level and acidic margination on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 during drying and storage of beef jerky. – *Food Microbiology*. Vol 22, p 423-431

## SUMMARY

More and more, consumers are looking for a good quality meat that they are willing to pay better price for. They also look for healthier choices for different snacks that does not include much calories, but at the same time would be nutritious. Jerky is a ready-to-eat (RTE) meat product that has great nutritional value and also storage stability without refrigeration. It can be made basically from any animal meat. To make a great *jerky* the meat has to be lean to get top quality product.

In this master thesis many different experiments were made to develop great beef *jerky* technology. The main focus in this study was to use more industrial ovens (Memmert ICH 110 climate chamber and Alto-Shaam oven) with temperature 60 °C for 4 hours. Meat that was used came from two different small meat industries. Beef inside round was used to make jerky. Meat was sliced 0,5 mm thick and marinated for 24 hours with salt (Himalayan Crystal salt) and chilli. Protein and ash content, dry matter, water activity ( $a_w$ ) and shear-force was measured from ready to eat *jerky*. In addition, with one batch, microbiology analyses were made. Also a sensory evaluation with 27 attendants was carried out to see which jerky attendants would prefer. Sensory evaluation included jerky made in this study and also jerky that was bought from the store.

Results showed that most of the experiments had water activity in the right range (0,70-0,85). Water activity is the most important parameter when making a *jerky*, because the result will present if jerky is dry enough so that no microorganisms will not grow there. Shear-force results were little bit too high, which means that *jerky* was too dry (as it was discovered from a sensory evaluation) compared with *jerky*'s in retail, which also means that used temperature and time combination did not work to make a pleasing finished product. Although when comparing the slices made in this study with the products from retail, slices that were used in this study were not so thick as store ones. Other than that, all the other analysis were comparable with the jerky's in retail. Protein content were even higher than store jerky's.

In this study, a sensory evaluation was made with 27 participants. They had to assess the jerky on a 5-point scale. None of the products received 5 points for average rate. There could be many of different reasons why attendants did not like jerky's so much. Jerky's made in this study, received the average grade 3, which shows that the technology needs a lot of work. Participants made comments such as jerky was a little bit too salty and also too tough to chew.

Since jerky is becoming more and more popular, the technology of it should be investigated more specifically. Especially, it would be important to focus more on microbiology. The aim of this master's thesis was to study about jerky and its history, to study about different beef jerky technologies and to work out a technology using the machines that we have in Estonian University of Life Sciences, Chair of Food Science and Technology, to learn about different physico-chemical parameters, to study about food safety and microbiology for beef jerky and also to carry out sensory evaluation.

In conclusion, it is possible to make jerky using Memmert climate chamber, Alto-Shaam oven and dehydrator, but there should be improvements in temperature and time combinations to make the product totally safe for consumers. There should be made experiments with different slice thicknesses and to make all the slices with the same measurements so that the end result would be similar with all the pieces.

Proposals:

- To study more different technologies and machines which can be used to make beef jerky;
- To study more about microbiology and find the best way to make perfectly safe finished product using right temperatures and times;
- To make parallel experiments with dry and wet marinades and physico-chemical composition should be analysed and compared.

**LISAD**

## **Lisa 1. Vinnutatud liha sensoorse hindamise leht**

### **Toode: Vinnutatud veiselihasnäkk**

#### **1. Sugu**

- a) Naine
- b) Mees

#### **2. Vanus**

- a) 20-24
- b) 25-34
- c) 35-44
- d) 45-54
- e) 55-64
- f) üle 65

#### **3. Hinnang toote lõhnale (1-5 palli)**

(5 – väga meeldiv, 4 – meeldiv, 3 – normaalne, 2 – halb, 1 – väga halb)

#### **4. Hinnang toote värvusele (1-5 palli)**

(5 – väga ilus, iseloomulik vinnutatud lihale, 4 – hea, 3 – rahuldav, 2 – väikesed kõrvalekalded, 1 – väga halb)

#### **5. Hinnang toote maitsele (1-5 palli)**

(5 – suurepärase, 4 – väga maitsev, 3 – maitsev, 2 – maitsetu, 1 – halb)

#### **6. Hinnang toote konsistentsile (1-5 palli)**

(5 – väga hea, 4 – hea, 3 – paras, 2 – sitke (kõva), 1 – liiga sitke, liiga kõva)

#### **7. Kuidas hindad veiseliha maitse tugevust vinnutatud snäkis? (1-5 palli)**

(5 – väga tugev, 4 – tugev, 3 – paras, 2 – õrn, mahe 1 – ei tundnud üldse)

#### **8. Kas muudaksid midagi toote juures? Kui jah, siis mida?**

#### **9. Kas ostaksid sellist toodet ka poelettidelt?**

- a) Jah
- b) Ei
- c) Võib-olla

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, \_\_\_\_\_,  
(*autori nimi*)

sünniaeg \_\_\_\_\_,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on \_\_\_\_\_,  
(*juhendaja(te) nimi*)

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

- 2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
- 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_  
(*allkiri*)

Tartu, \_\_\_\_\_  
(*kuupäev*)

---

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(*juhendaja nimi ja allkiri*)

\_\_\_\_\_  
(*kuupäev*)

\_\_\_\_\_  
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev*)

\_\_\_\_\_